

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Diciembre, 1987

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 6



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

GRUPO DE COORDINACION Y ELABORACION

El Proyecto MIP/CATIE produce varias publicaciones periódicas y servicios de **alerta informativa** tales como "Manejo Integrado de Plagas", "Boletín Informativo" y "Páginas de Contenido". Consultas relacionadas con el proyecto y sus servicios, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de los servicios de información del MIP pueden hacerse llegar a las siguientes direcciones:

Asesoría y Coordinación:

MIP/CATIE

7170 Turrialba, Costa Rica
Teléfono: 56-16-32

Dr. Peter Rosset, Coordinador
Proyecto MIP/CATIE
San José, **Costa Rica**
Teléfono: 53-18-98

Joseph L. Saunders, Ph.D.
Coordinador Proyecto MIP

Ing. Joaquín Laríos, Coordinador
Encargado Proyecto MIP/CATIE
Apartado (01)78
Oficina del IICA
San Salvador, **El Salvador**
Teléfono: 23-82-24

Elkin Bustamante Ph.D.
Fitopatólogo

J. Rutilio Quezada Ph.D.
Entomólogo

Dr. Mario Pareja, Coordinador
Proyecto MIP/CATIE
Apartado 76-A
Guatemala, **Guatemala**
Teléfono: 321-790 ó 372-358

James French Ph.D.
Economista Agrícola

Ramiro de la Cruz Ph.D.
Especialista en Malezas

Dr. David Monterroso, Coordinador
Proyecto MIP/CATIE
Oficina del IICA
Apartado 1410
Tegucigalpa, **Honduras**
Teléfono: 22-88-95

Philip Shannon M.Sc.
Entomólogo

Elaboración y difusión:

Orlando Arboleda M.Sc.
Especialista en Información

Dr. Jorge Pinochet, Coordinador
Proyecto MIP/CATIE
Apartado 6-3786
Panamá, **República de Panamá**

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Diciembre, 1987

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 6

CONTENIDO

	Pág.
Uso de parásitos en el control biológico de áfidos..... 1 Manuel Carballo V. y José Rutilio Quezada MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	1
AVANCES Y NOTAS TECNICAS	
El bioensayo de <i>Meloidogyne</i> spp. y su potencial en América Tropical..... 11 Eric M. Candanedo Lay, IDIAP, Panamá Jorge Pinochet, MIP/CATIE, Panamá	11
Reconocimiento de malezas en arrozales de secano en Panamá..... 16 Luis Carlos Salazar, Univ. de Panamá, David, Panamá	16
INFORMES, ESTUDIOS ECONOMICOS	
Caracterización del cultivo del plátano en San Carlos, Costa Rica, 1987..... 20 Gustavo Calvo Domingo, José Martí Jiménez y Arturo Gamboa MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	20
Precios, subvenciones y los niveles de daño económico..... 27 Peter Rosset, MIP/CATIE, San José, Costa Rica	27
MATERIAL DIDACTICO	
La alelopatía en el manejo de malezas..... 36 Ramiro de la Cruz, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	36
COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES	
Agricultura, salud pública y consideraciones ambientales: Aplicación de Plaguicidas... 44 H. Wade Fowler, Jr., University of Miami, U.S.A. Virgil H. Freed, Oregon State University, U.S.A.	44



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

USO DE PARASITOS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE AFIDOS*

Manuel Carballo V.**
José Rutilio Quezada**

El control biológico consiste en la manipulación de organismos vivos por el hombre, con el propósito de regular la población de las plagas a niveles tales en que el daño económico sea reducido significativamente; este control se diferencia de la regulación natural en que en ella no hay participación del hombre.

Dentro del complejo de enemigos naturales de los áfidos, los parásitos himenópteros juegan un papel muy importante. Entre ellos, podemos mencionar los organismos pertenecientes a las familias Aphidiidae, Aphelinidae, Braconidae y otras menos importantes. En este documento, se presenta una descripción biológica de los afidiidos, con breves anotaciones sobre anatomía, ciclo de vida, comportamiento y relación con hormigas, para concluir con una sección sobre su uso en el control biológico de los áfidos. En el cuadro 1 se presenta una lista de algunos áfidos de importancia y sus respectivos parásitos.

ASPECTOS ANATOMICOS DE LOS APHIDIIDAE

Los huevos de los afidiidos son de dimensiones microscópicas, monoembriónicos porque producen sólo una larva. En la oviposición, que representa la relación inicial del parásito con su huésped, la hembra golpea al áfido con sus antenas, se apoya sobre sus patas, dobla su abdomen bajo el tórax y deposita el huevo pinchando el huésped con el ovipositor (Fig. 1).

La vida larval de los afidiidos se realiza dentro del cuerpo del áfido y consta de cuatro estadios. Durante los primeros tres estadios se alimentan osmóticamente, de los líquidos corporales del huésped. En el cuarto estadio utiliza sus mandíbulas para consumir el interior del cuerpo de los áfidos, dañando así sus órganos vitales y causándoles la muerte. En este último estadio construye un cocón para proteger su estado prepupal y pupal, mediante el cual el áfido parasitado adquiere una forma momificada que lo hace fácilmente distinguible en la colonia.

El estado prepupal es inmóvil y está dentro del cocón. En la pupa, las patas y alas envuelven el cuerpo, las antenas se ubican a lo largo del lado ventral del cuerpo. Sus órganos internos son iguales a los del adulto. La pupa se considera un estado intermedio entre el período de vida parasítico y el de la vida libre del adulto.

* Conferencia presentada en el Curso Internacional de Capacitación "Los Afidos y su Importancia Económica en la Agricultura de Centro América", Panamá, marzo 30 - abril 3, 1987.

** Asistente de Investigación y Entomólogo, respectivamente, Proyecto MIP/CATIE. 7170, Turrialba, Costa Rica.

CUADRO 1. Lista de parasitos de algunos áfidos plaga de cultivos.

<u>Rhopalosiphum padi</u>	<u>Ephedrus persicae</u> , <u>E. plagiator</u> , <u>Praon abjectum</u> , <u>Trioxys angelicae</u>
<u>Aphis favae</u>	<u>Ephedrus persicae</u> , <u>E. plagiator</u> , <u>Lysiphlebus ambiguus</u> , <u>L. fabarum</u> , <u>Praon abjectum</u>
<u>Hyperomyzus lactucae</u>	<u>Ephedrus plagiator</u> , <u>Aphidius sonchi</u> , <u>Lysiphlebus fabarum</u> , <u>Praon volucre</u>
<u>Brevicoryne brassicae</u>	<u>Diaeretiella rapae</u> , <u>Praon volucre</u>
<u>Myzus persicae</u>	<u>Ephedrus persicae</u> , <u>Aphidius matricariae</u> , <u>A. picipes</u> , <u>Praon volucre</u> , <u>Diaeretiella rapae</u> , <u>Lipolexis gracilis</u>
<u>Aphis gossypii</u>	<u>Trioxys indicus</u>
<u>Aphis craccivora</u>	<u>Trioxys acalephae</u> , <u>T. angelicae</u> , <u>Praon volucre</u> , <u>Lysiphlebus ambiguus</u>
<u>Acyrtosiphon pisum</u>	<u>Praon dorsale</u> , <u>Aphidius ervi</u>
<u>Toxoptera aurantii</u>	<u>Lysiphlebus ambiguus</u> , <u>Lipolexis gracilis</u> , <u>Ephedrus persicae</u> , <u>Trioxys angelicae</u>

El parásito adulto corta con sus mandíbulas una ranura circular en el cocón, presiona hacia afuera con su cabeza la porción central y emerge. Durante este período, deberá obtener un ambiente favorable así como un huésped específico, encontrar su pareja y depositar su progenie. Algunos detalles anatómicos del parásito se presentan en la Fig. 2 y 3.

ASPECTOS DE COMPORTAMIENTO DE LOS AFIDIIDOS

Los parásitos adultos son más activos en días soleados y tibios, recorren las plantas y vuelan en busca de su pareja, huésped y alimento. En la noche son inactivos.

En la alimentación de los adultos, el agua es fundamental y aunque pueden iniciar actividades luego de emerger, se mueren si no encuentran agua. La mielcilla producida por los áfidos es su fuente principal de alimentación.

Una hembra es copulada una sola vez; si este acto es muy rápido o con un macho viejo, se producirán sólo machos en la progenie. Si la hembra inicia la

oviposición partenogénicamente, no habrá apareamiento y se producirán también sólo machos.

LOCALIZACION DEL HUESPED POR LOS AFIDIIDOS

Cada especie parasítica tiene preferencia por una o varias especies de áfidos y en la localización del huésped dentro de un hábitat determinado, podemos enumerar las siguientes fases:

1. El descubrimiento de hábitat: fase en que el parásito se encuentra en un tipo de hábitat definido, al cual está ligado por sus requisitos específicos y buscando a su huésped dentro de ese hábitat. Este paso es fundamental sin considerar la presencia o ausencia del huésped.
2. Descubrimiento del huésped dentro del hábitat. Los parásitos buscan su huésped volando y caminando. Algunos buscan un nicho determinado o un tipo de colonia. El proceso de localización del huésped es una acción compleja de mecanismos químicos y mecánicos. Hay participación de los olores emitidos por los áfidos, por la mielecilla y hay influencia visual por la forma propia de los áfidos.
3. Aceptación del huésped. En esta influye la especie huésped, ya que existen especies preferidas, densidad apropiada, tamaño, forma y estadio del huésped, si éste ha sido o no parasitado, si están vivos o muertos, la conducta del áfido, la cubierta cerosa de su cuerpo y su movimiento.

Si los estímulos determinantes de la aceptación del huésped son los apropiados para la hembra del parásito, ella ovipositará en el huésped seleccionado, en donde se desarrollará hasta alcanzar el estado adulto.

RELACION AFIDO - PARASITO - HORMIGA

Entre los áfidos y las hormigas hay tres tipos de relación:

1. Constante, si ésta es continua y se torna en adaptaciones morfológicas y ecológicas de los áfidos.
2. Temporal, si los áfidos son acompañados por las hormigas en toda o en una parte de la estación, sin presentar adaptaciones morfológicas y ecológicas.
3. Facultativa, si las hormigas se presentan en la colonia de áfidos en forma ocasional y no hay una interacción definida entre ellos.

De acuerdo con la relación entre los áfidos y las hormigas, los parásitos pueden agruparse en los siguientes grupos:

1. Parásitos de áfidos no atendidos por hormigas. Este es un grupo numeroso que incluye muchas especies cuyo huésped no tiene relación con las hormigas.

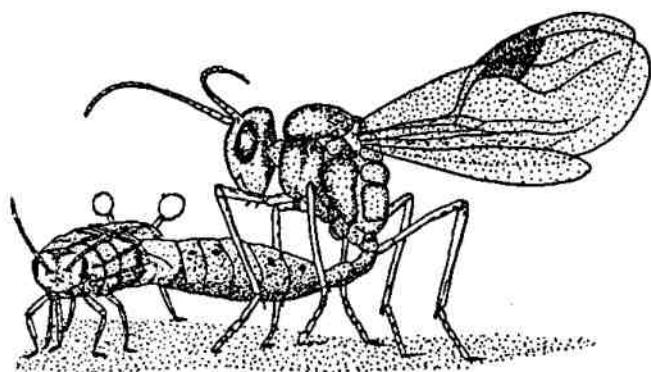


FIGURA 1. Oviposición del parásito *Trioxys angelicae* sobre su áfido huésped *Aphis pomi*. (Stary, 1970).

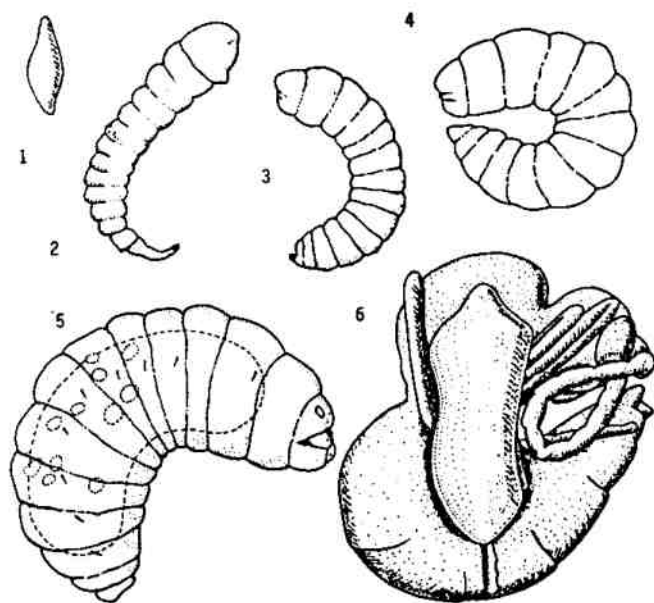


FIGURA 2. Estados de desarrollo de *Lysiphlebus fabarum*. 1. Huevo. 2. Larva de primer estadio. 3. Larva de segundo estadio. 4. Larva de tercer estadio. 5. Larva de cuarto estadio. 6. Pupa. (Stary, 1970).

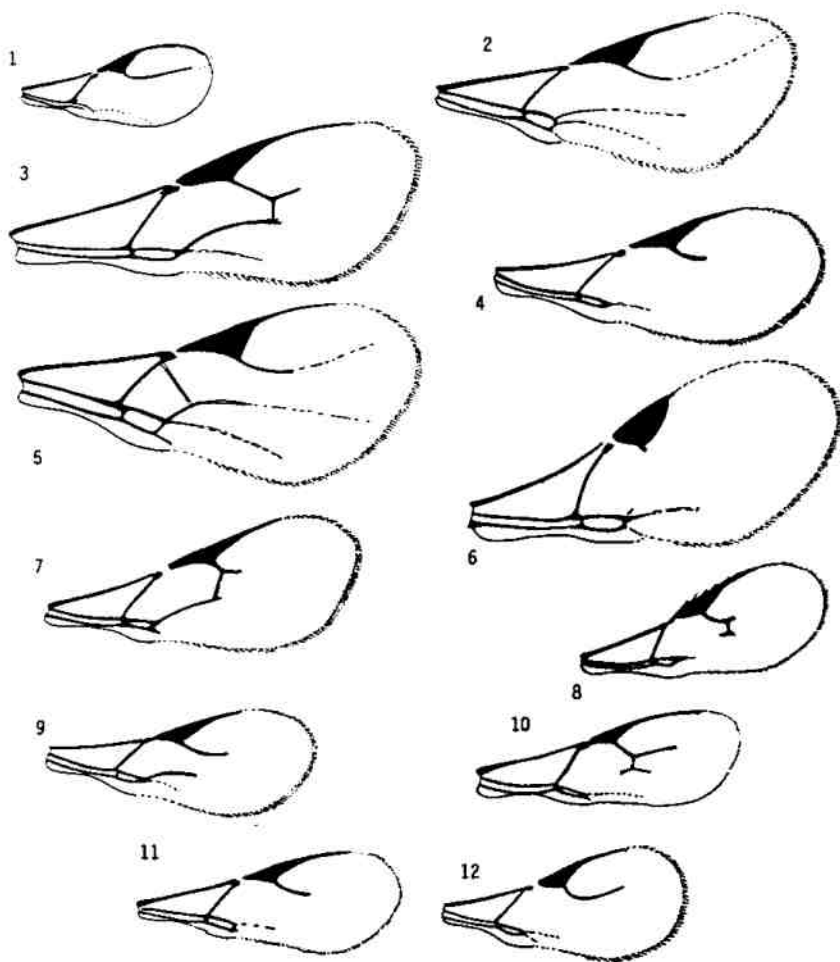


FIGURA 3. Alas delanteras de 1. *Lipolexis gracilis*, 2. *Dyscritulus planiceps*, 3. *Aphidius rosae*, 4. *Monoctonus angustivalvus* (variación), 5. *Praon* sp., 6. *Paralipsis enervis*, 7. *Monoctonus angustivalvus*, 8. *Lysaphidus erysimi*, 9. *Diaeretiella ephippium*, 10. *Lysiphlebus melandricola*, 11. *Diaeretiella rapae* y 12. *Diaeretus leucopterus*. (Sary, 1970).

2. Parásitos de áfidos atendidos por hormigas, dentro del que se encuentran dos grupos:

a) parásitos no especializados en el cual su relación con las hormigas depende más o menos del comportamiento e interacción con el áfido huésped. Las hormigas son indiferentes a los parásitos y los protegen tanto a ellos como a los áfidos parasitados, del efecto de estímulos adversos. El grado de parasitismo, no depende de la presencia o ausencia de hormigas y los parásitos las ignoran. Las hormigas protegen aún las colonias con un alto porcentaje de áfidos momificados.

b) parásitos especializados. En éste, además del parasitismo sobre áfidos atendidos por las hormigas, se ha desarrollado una relación mutualista con las hormigas. Es el caso del parásito Paralipsis enervis y la hormiga Lasius niger, en que el parásito parasita áfidos radiculares que son atendidos por L. niger. La hormiga mutila las alas del parásito el cual, al no poder volar, es transportado a su huésped por la hormiga.

BENEFICIO DE LAS HORMIGAS A LOS PARASITOS

Las hormigas ignoran la presencia de los parásitos en las colonias de áfidos, por lo que el parasitismo no depende de la presencia o ausencia de hormigas.

Las hormigas protegen indirectamente a los parásitos, ya que defienden las colonias de áfidos del daño que les puedan causar los de depredadores; ésto es debido a que ellas ignoran la presencia de los parásitos adultos en la colonia, resguardando su oviposición e incrementando el porcentaje de parasitismo. Así mismo, las hormigas protegen a los parásitos indirectamente, puesto que protege las colonias de áfidos momificados de igual forma que a los áfidos vivos.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE AFIDOS

Cuando se pretende implementar el control biológico de un áfido en particular, debemos conocer el ecosistema en que este se encuentra, ya que el ambiente influye drásticamente sobre sus enemigos naturales. Así mismo, deberá conocerse si la planta o cultivo huésped del áfido es anual o perenne, si representa un refugio apropiado a los parásitos; también debemos conocer las fases de crecimiento de la planta, en correlación con el daño de la plaga y su potencial como planta huésped para cría masiva de la plaga en el laboratorio.

En cuanto al áfido, se debe conocer su taxonomía, origen y distribución; ciclo de vida, hábitos y plantas huésped, así como disponer de información de laboratorio para su cría, como son, aspectos biológicos de desarrollo, fecundidad y requisitos ambientales.

Así mismo, se requiere llevar a cabo un reconocimiento de los parásitos nativos considerando varios aspectos, a saber:

1. El complejo de los parásitos nativos que atacan a la plaga, mediante colección y cría de los áfidos.
2. Area de distribución y hábitats en que se encuentran los parásitos.

3. Información de campo sobre las especies de parásitos localizados, relacionada con el tipo de hábitat en que se han encontrado, rango de huéspedes y registros de efectividad.
4. Cría de los mismos en el laboratorio para estudiar su influencia en la limitación de la plaga en un hábitat dado.
5. Comparación de la información de campo y laboratorio para determinar el papel de los parásitos nativos en la regulación de la plaga y su efectividad en diferentes ambientes.
6. Utilización del potencial natural para el control biológico, considerando varios aspectos, éste es, si los parásitos nativos no están suficientemente adaptados a un área en particular, se pueden introducir razas más adaptadas de la misma especie, o bien pueden ser desarrolladas si no existieran en las fuentes naturales. También se pueden realizar liberaciones inoculativas, éste es, recolección de áfidos parasitados en el campo, y su posterior liberación en los primeros estados de ocurrencia de la plaga. Así como la colonización periódica, esto es, una recolonización después de períodos adversos para reestablecer el balance parásito-huésped. Finalmente, la protección del reservorio natural, ya sea en el cultivo o en la vegetación natural, puesto que en estas áreas naturales existen huéspedes alternos para los parásitos.

Otro aspecto de mucha importancia a considerar en el control biológico es la importación de parásitos exóticos. Primeramente, se debe reunir información sobre los parásitos de una especie en particular de áfidos, que ataca la plaga en varias partes de su área de distribución. Es útil elaborar tablas en que se registran los parásitos y el área en que se sabe que atacan a su huésped; así mismo, en lo posible, destacar su distribución y rango de huésped y datos biológicos clasificados en base a la información encontrada en la literatura.

Los parásitos que atacan a los áfidos en su lugar de origen, son una posible fuente a la que podemos acudir. Son también importantes aquellas áreas en que el áfido se encuentra y en las cuales existen complejos faunísticos de parásitos, de los cuales algunos podrían ser efectivos. Asimismo, los parásitos ocasionales de especies de áfidos, relacionados con la plaga problema tanto ecológica como taxonómicamente, pueden también ser considerados en la búsqueda.

Un requisito indispensable en la introducción de parásitos, es contar con un laboratorio de cuarentena. Este es importante para prevenir la introducción simultánea de especies indeseables tanto vegetales como animales. Se debe propagar como mínimo una generación del parásito. Los datos obtenidos en este laboratorio, son puestos a disposición del laboratorio de control biológico, en el cual el mismo personal continuará el trabajo.

PRODUCCION MASIVA DE PARASITOS EN EL CONTROL BIOLOGICO

La cría masiva de parásitos comprende una serie de procedimientos tales como: la producción masiva de las plantas huésped del áfido, cría masiva de los áfidos sobre las plantas y cría masiva de los parásitos sobre los áfidos.

Las plantas usadas, son cultivadas en potes dentro del invernadero, en forma escalonada para un suministro permanente de plantas, de tal forma que se mantenga una continua producción de áfidos.

Los áfidos y parásitos son criados en unidades o cajas de propagación, los cuales son colocados en salas de cría bajo luz fluorescente o bien, directamente en un invernadero, con temperatura, luz y humedad controlada.

En la sala de cría, se controla tanto la densidad del huésped como la del parásito, para obtener mejores resultados. Es necesario añadir fuentes de alimento para los parásitos adultos, tales como miel y agua.

Existen unidades de propagación artificial para la producción y liberación masiva en el campo. En este sistema, se usan cajas de madera como recipientes de cría. A éstas se les coloca una capa de suelo y se siembran plántulas de la planta huésped. Posteriormente, las plantas jóvenes son infestadas con áfidos y expuestas al ataque de los parásitos. Uno o dos días después, cuando una suficiente cantidad de áfidos haya sido parasitado, las unidades son trasladadas al campo, a los sitios de liberación donde sirven como foco artificial de donde saldrán los adultos a buscar su huésped y esparcirse en el campo.

La cría masiva directamente en el campo es otro sistema de cría utilizado. En éste, se utilizan cajas de gran tamaño, situadas en el campo, su ventaja es que se facilita el crecimiento de las plantas, pero tiene la desventaja de la posible contaminación con hiperparásitos.

COLONIZACION

Constituye la etapa de transferencia al campo del material criado en el laboratorio. Luego de la selección del sitio se procede a la liberación del parásito, haciendo las previsiones necesarias para enfrentar posibles factores ambientales adversos.

Se deben seleccionar sitios ambientales estables en que existan otros huéspedes alternos además de la plaga. Las liberaciones en cultivos anuales son riesgosas, debido a que los parásitos no pueden permanecer ni dispersarse. Asimismo, el parásito requiere una alta densidad del huésped, para asegurar una sucesiva reproducción. De existir una diversidad de plantas huéspedes del áfido, se facilita que el parásito encuentre un huésped apropiado.

La presencia de huéspedes alternos en el sitio de liberación, es útil porque permite al parásito sobrevivir en períodos en los cuales la densidad del huésped es baja. El tiempo atmosférico tiene mucha influencia en el proceso de la liberación, por lo cual se debe seleccionar el momento adecuado, o bien, asegurar sitios protegidos para el parásito. El tratamiento del cultivo con pesticidas, debe suspenderse durante las liberaciones o bien usarlos en forma selectiva.

Se pueden liberar áfidos parasitados vivos y áfidos momificados; sin embargo, el mejor material para liberación son los parásitos adultos, ya que éstos vendrán apareados y su establecimiento cuenta con mayores posibilidades de éxito. Los adultos tienen mayor capacidad para localizar un refugio y un microclima adecuados.

EFFECTIVIDAD DE LOS PARASITOS

Existen varios métodos para determinar la efectividad de los parásitos, sin embargo, los siguientes son los dos métodos de muestreo más útiles:

- 1. Método de conteo de tallo.** Se corta un número determinado de tallos de la planta, en un lote dado y se cuentan los áfidos presentes en ellos, incluyendo las momias, los cuales se conservan para realizar los cálculos de porcentaje de parasitismo.
- 2. Método de conteo de hojas.** Se colecta un cierto número de hojas, el cual constituye la unidad de muestreo, y se recogen los áfidos presentes incluyendo las momias. Debe tenerse el cuidado de usar un tipo de hoja similar o clasificarse en hojas nuevas, intermedias y viejas, o bien de la parte superior de la planta (cogollos), parte baja e intermedia.

Para determinar el porcentaje de parasitismo se usan varios métodos. El mejor método es la disección de áfidos vivos, pero consume mucho tiempo. Otro método es el conteo de momias presentes en las colonias; los áfidos vivos deben criarse, ya que muchos de ellos podrían estar parasitados. Sin embargo, la efectividad basada en porcentaje de parasitismo con el método de conteo de momias, podría ser errónea, debido a que no se conoce la intensidad de migración de los áfidos.

IMPORTANCIA DE LOS PARASITOS DE ACUERDO AL TIPO DE DAÑO DE LOS AFIDOS

El debilitamiento y la deformación de la planta, causados por los áfidos es un daño que se manifiesta después de un período muy prolongado, además los parásitos no actúan en los períodos iniciales de la infestación. Por lo tanto, la acción de los parásitos no puede prevenir el daño causado a las plantas y la acción de los áfidos es limitada por el parásito, únicamente después de que han ocurrido las deformaciones en la planta. De tal forma, la acción de los parásitos necesita de otros medios adicionales de control.

Los parásitos no son capaces de prevenir la transmisión de enfermedades. Esto se debe a que el virus es transmitido principalmente por áfidos alados, en tanto que los parásitos prefieren áfidos en sus primeros estadios; sin embargo, aún los áfidos parasitados tienen suficiente tiempo para transmitir el virus.

En todo caso, el parásito únicamente es capaz de reducir la población de vectores potenciales dentro del cultivo, o en su sitio de dispersión, pero aún así, el número de áfidos sobrevivientes es suficiente para diseminar la enfermedad. Por lo tanto, los parásitos únicamente son potencialmente útiles en el control de vectores. El uso de enemigos naturales de los áfidos, unido a otras tácticas como las variedades resistentes a enfermedades, prácticas culturales, etc, constituyen parte de las estrategias del manejo integrado de plagas.

BIBLIOGRAFIA

- CAMERON, P.J.; POWELL, W.; LOXDALE, H.D. 1984. Reservoirs for Aphidius ervi Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) a polyphagous parasitoid of cereal aphid (Homoptera: Aphididae). Bulletin of Entomological Research 74(4):647-656.
- CLOUTIER, C.; McNEIL, J.N.; REGNIERE, J. 1981. Fecundity, longevity, and sex ratio of Aphidius nigripes (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitizing different stages of the host, Macrosiphum euphorbiae (Homoptera: Aphididae). Canadian Entomologist 113(3):193-198.
- DEAN, G.J., JONES, M.G. and POWELL, W. 1981. The relative abundance of the hymenopterous parasites attacking Metopolophium dirhodum (Walker) and Sitobion avenae (F.) (Homoptera: Aphididae) on cereals during 1973-79 in Southern England. Bulletin of Entomological Research 71:307-315.
- DEAN, G.J. 1974. Effects of parasites and predators on the cereal aphids. Metopolophium dirhodum (Wlk.) and Macrosiphum avenae (F.) (Hem., Aphididae) Bulletin of Entomological Research 63:411-422.
- GILSTRAP, F.E.; KRING, T.J.; BROOKS, G.W. 1984. Parasitism of aphids (Homoptera: Aphididae) associated with Texas sorghum. Environment Entomology 13(6):1613-1617.
- HAGEN, K.S. and VAN DEN BOSCH, R. 1968. Impact of pathogens, parasites and predators of aphids. Ann. Rev. Ent. 13:325-384.
- HOLMAN, J. 1974. Los áfidos de Cuba. La Habana, Instituto Cubano del Libro. 304 p.
- KUMAR, A.; TRIPATHI, C.P.M. 1985. Parasitoid-host relationship between Trioxys (Binodoxys) indicus Subba Rao & Sharma (Hymenoptera: Aphidiidae) and Aphis craccivora Koch (Homoptera: Aphididae): effect of host plants on the area of discovery of the parasitoid. Canadian Journal of Zoology 63(1):192-195.
- LLO, S.S. and CARVER, M. 1985. Studies on the biology of Aphidius sonchi Marshall (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasite of the sowthistle aphid, Hyperomyzus lactucae (L) (Homoptera: Aphidiidae). Bulletin of Entomological Research 75(2):199-208.
- PIMENTEL, D. and RAFI, AL-HAFIDH. 1963. The coexistence of insect parasites and host in laboratory ecosystems. Ann. Ent. Soc. Amer. 56:676-678.
- POWELL, W. 1980. Toxares deltiger (Haliday) (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitizing the cereal aphid, Metopolophium dirhodum (Walker) (Homoptera: Aphididae), in Southern England: a new host-parasitoid record. Bulletin of Entomological Research 70:407-409.
- READ, D.P.; FENNY, P.; ROOT, R.B. 1970. Habitat selection by the aphid parasite Diaeretiella rapae (Hymenoptera: Braconidae) and hyperparasite Charips brassicae (Hymenoptera: Cynipidae). Canadian Entomologist 102:1567-1578.
- STARY, P. 1970. Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control. The Hague, Junk. 642 p.

EL BIOENSAYO DE Meloidogyne spp. Y SU POTENCIAL EN AMERICA TROPICAL

Eric M. Candanedo Lay, Ph.D.*
Jorge Pinochet, Ph.D.**

INTRODUCCION

El nemátodo agallador, Meloidogyne spp., es uno de los géneros de nemátodos fitoparásitos de mayor importancia económica a nivel mundial. Esto se debe a su gran poder de adaptación a una enorme variedad de agroecosistemas, a su amplio rango de hospederos y a su alto potencial de reproducción, características que le permiten sobrevivir bajo las condiciones más adversas. Las especies de mayor importancia económica para la agricultura son: M. incognita, M. javanica, M. arenaria y M. hapla. Las tres primeras son muy comunes en los trópicos cálidos y la última en zonas de clima fresco a frío.

El impacto económico de este parásito se incrementa en zonas agrícolas en donde se practica el monocultivo de especies hortícolas de alta rentabilidad. Bajo estas condiciones, los suelos están altamente infestados por el nemátodo, siendo necesario la adopción de medidas de combate. En el caso específico del tomate industrial en Panamá, las pérdidas causadas por la marchitez bacteriana en cultivares resistentes o tolerantes a Pseudomonas solanacearum, aumentan en presencia del nemátodo agallador (Candanedo, Lasso y Osorio, 1978; Candanedo, 1981). Esto hace necesario el uso de nematicidas, con la consecuente alza en los costos.

ESTIMACION DE DAÑOS DEL NEMATODO AGALLADOR

Previo a la siembra comercial de variedades susceptibles se hace necesario determinar los niveles de infestación del nemátodo en los suelos (población inicial), a fin de poder estimar el daño que podrían causar. De esta manera la toma de decisiones de combate se apoya en bases más sólidas y en forma preventiva, ampliando las posibilidades de una cosecha exitosa. Sin embargo, la determinación de las poblaciones iniciales de Meloidogyne se dificulta por el hecho de que en el suelo sólo se encuentran sus huevos (agrupados en masas) y los segundos estadios juveniles infectivos, distribuidos sin uniformidad. Las masas de huevo se encuentran con frecuencia adheridas a restos de raíces dispersas vertical y horizontalmente en el terreno. Cuando se procesa suelo para

* Fitonematólogo, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, (IDIAP), Panamá.

** Coordinador Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE, Panamá. Apartado 6-3786.

extracción de juveniles se corre el riesgo de muestrear en puntos de ninguna, poca o mucha densidad lo cual lleva a estimaciones erróneas de la media de la población real. Además, no se consideran las masas de huevo, muchas de las cuales contienen huevos en etapas avanzadas de embriogénesis e incluso juveniles infectivos. Los métodos convencionales de extracción de nemátodos del suelo no son apropiados para la extracción de masas de huevos. Por lo tanto, esa porción de la población inicial del agallador no es tomada en cuenta normalmente durante los conteos en el laboratorio.

El bioensayo, por otro lado, es un método que se basa en la apreciación del daño y no en la cuantificación del agente causal. El daño se expresa en forma de índices de agallamiento radicular y/o de masas de huevo producidas en raíces de plantas indicadoras, brindando una manera más realista de estimación de daños. En otras palabras, los resultados de bioensayo se obtienen de datos de infección de plantas altamente causados por el nemátodo, previo a la siembra de los cultivos comerciales. Su implementación es sencilla y de bajo costo, así como la interpretación de sus resultados. La técnica se puede implementar en cualquier finca por el propio agricultor, ya que no se requieren costosos análisis de laboratorio o conocimientos previos de nematología (Candanedo, Pinochet y Aranda, 1986). Además, el bioensayo permite detectar la presencia del nemátodo agallador cuando sus poblaciones son aún bajas (Baker, 1978; Prot y Netscher, 1978; Simon, 1980; McSorley y Parrado, 1983).

DESCRIPCION DEL BIOENSAYO

Se fundamenta en el hecho de que las pérdidas en rendimientos aumentan linealmente a medida que ascienden los índices de agallamiento o necrosis radicular (Baker, Todd, Shane, and Nelso, 1981). En otras palabras, los rendimientos guardan una correlación negativa con los índices de agallamiento, definiendo regresiones lineales que pueden ser utilizadas en la estimación de pérdidas (Baker, 1985).

Se toma una muestra compuesta de suelo (que puede variar de 5 a 25 submuestras) del área de interés. Después de homogenizar bien la muestra, se llenan de 1 a 5 potes, de 10 cm de diámetro, en los que se transplanta una plántula de tomate de tres semanas de edad o aproximadamente 20 cm de altura. Se recomiendan las variedades "Rutgers" y "Manalucie", pero pueden utilizarse otras que sean susceptibles al nemátodo. Las plantas se mantienen en los potes por un período de 5 a 6 semanas suministrándoles nutrientes, agua y cuidados necesarios para su desarrollo. Finalmente, se lavan sus raíces liberándolas de partículas de suelo con el cuidado de no romperlas y se procede a la evaluación o lectura del bioensayo.

EVALUACION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Se efectúa mediante el conteo de agallas o masas de huevo producidas en las raíces. Al número total de agallas en un sistema radicular se le asigna un índice de agallamiento según escala propuesta por Taylor y Sasser (1979) en la siguiente forma: 0=0 agallas; 1=1-2 agallas; 2=3-10 agallas; 3=11-30 agallas; 4=31-100 agallas y 5=más de 100 agallas.

También pueden utilizarse otras escalas basadas en el porcentaje de agallamiento radicular, tales como las propuestas por DiSanzo (1978). El índice de agallamiento promedio, según el número de plantas en la prueba, se usa como criterio para decidir la necesidad o no de aplicar medidas de combate. Obviamente, la relación entre el índice de agallamiento radicular y los rendimientos, varía con las condiciones agroclimatológicas propias de cada región, así como entre cultivos, variedades o cultivares a sembrar. Para tomate industrial, en Panamá, se recomienda la ejecución de alguna práctica de combate (usualmente nematicidas) si este índice es de 2 ó mayor. Esto se debe a la omnipresencia de P. solanacearum en los suelos tomateros del país y a que las variedades comerciales más sembradas son susceptibles al nemátodo agallador.

VENTAJAS

1. A través del bioensayo se detectan posibles daños que podrían causar diferentes especies de meloidogyne, especialmente en poblaciones bajas no detectables por los métodos de extracción convencionales.
2. Es un método sencillo, de fácil adopción y económico que no requiere de equipos costosos.
3. Presenta una confiabilidad más alta en relación con el muestreo de nemátodos en el suelo, debido a que la población considerable en la muestra de suelo, se somete al proceso de extracción donde se pierden muchas larvas y huevos.
4. La interpretación puede realizarla el mismo agricultor sin la ayuda de personal de extensión, o sea, no tiene dependencia de un técnico o una institución.
5. Permite la evaluación de gran número de muestras. Un técnico puede dar lectura a 100 plantas en un día. En cambio es muy difícil que una persona procese más de 20 muestras de suelo (extracción y conteo) al día.
6. Brinda alternativas en la toma de decisiones para el agricultor. En caso de que el bioensayo presente un alto índice de agallamiento, el agricultor puede: usar una variedad resistente, usar una variedad susceptible con nematicidas, o rotar a otro cultivo no susceptible.
7. Entre otras aplicaciones prácticas el bioensayo sirve para: evaluar germoplasma en programas de mejoras y verificar eficiencia de control, principalmente en cultivos anuales.

DESVENTAJAS

1. El método sólo es aplicable a nemátodos agalladores y ocasionalmente a nemátodos quistes.
2. El método es lento y requiere alrededor de tres semanas para obtener plántulas de tamaño y desarrollo adecuado y 35 a 40 días adicionales después del trasplante al suelo bajo estudio, para efectuar la evaluación. Sin embargo,

esta limitación es de menor importancia si se planifica la prueba con anticipación.

3. No mide tolerancia. Existen cultivares que a pesar de formar agallas, pueden alcanzar un rendimiento similar al que obtendrían si estuvieran libres de nemátodos agalladores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Su utilización en América Tropical, como herramienta para detectar y prevenir daño de nemátodos agalladores, es recomendable para pequeños y medianos agricultores en cultivos hortícolas, principalmente en especies cucurbitáceas, leguminosas y solanáceas.

Las ventajas y practicalidad del bioensayo son claras. Se necesitan investigaciones con el fin de obtener regresiones lineales que relacionen los índices de agallamiento con los rendimientos a fin de poder estimar pérdidas de una manera más precisa.

LITERATURA CITADA

- BARKER, K.R. 1978. Determining nematode population responses to control agents. In Methods for evaluating plant fungicides, nematicides, and bactericides. Ed. E.I. Zehr. St. Paul, Minn. Am. Phytopathol. Soc., pp. 114-125.
- _____. 1985. Nematode extraction and bioassays. In An advanced treatise on Meloidogyne. Vol. II. Methodology. Eds. K.R. Barker, C.C. Carter, and J.N. Sasser. Raleigh, NC. Department of Plant Pathology and U.S. Agency for International Development. 223 p.
- _____; TODD, F.A.; SHANE, W.W.; NELSON, L.A. 1981. Interrelationships of Meloidogyne species with flue-cured tobacco. J. Nematol. 13:67-69.
- CANDANEDO, L.E.; LASSO G., R.; OSORIO, J.M. 1978. Evaluación preliminar de resistencia o tolerancia a Pseudomonas solanacearum en cinco poblaciones de nemátodos del género Meloidogyne, en líneas de tomate industrial. Ciencias Agropecuarias, (Panamá) 1:9-104.
- _____. 1981. Desarrollo de líneas de tomate industrial con resistencia a Pseudomonas solanacearum y evaluación de su resistencia a cinco poblaciones de Meloidogyne incognita. In Memorias de la Segunda Conferencia Regional de Planeamiento del Proyecto Internacional Meloidogyne, Región I, 4-8 Septiembre. 1978, San José, Costa Rica. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, pp. 52-60.
- CANDANEDO, E.M.; PINOCHET, J.; ARANDA, G. 1986. El bioensayo: método que el productor puede usar en sus campos para detectar y prevenir el daño causado por el nemátodo agallador, Meloidogyne spp. Publicación plegable. IDIAP-CATIE (Proyecto de Manejo Integrado de Plagas). 6 p.

- DI SANZO, C.P. 1978. Guidelines for evaluating nematicides in greenhouses and growth chambers for control of root-knot nematodes. In Methods for evaluating plant fungicides, nematicides, and bactericides. Ed. E.I. Zehr. St. Paul, Minn., Am. Phytopathol Soc., pp. 101-103.
- McSORLEY, R.; PARRADO, J.L. 1983. A bioassay sampling plant for Meloidogyne incognita. Plant Dis. 67:182-184.
- PROT, J.C.; NETSCHER, C. 1978. Improved detection of low population densities of Meloidogyne. Nematológica 24:129-132.
- SIMON, A. 1980. A plant assay of soil to assess potential damage to wheat by Heterodera avenae. Plant Dis. 64:917-919.
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). Raleigh, NC. Department of Plant Pathology, N.C. State University. 111 p.

TUMBAS DE INFORMACION

Su manuscrito se quedó olvidado en su escritorio? Sólo lo conoció un grupo reducido de colegas en su institución o país? Se distribuyó tan tarde que su contenido perdió actualidad? No encontró el mecanismo para hacer una difusión más amplia y rápida? Su valioso trabajo se convirtió en una tumba de información.

Para su próximo artículo considere publicarlo en la **Revista del Proyecto MIP/CATIE**, que es un instrumento ágil de divulgación técnica, distribuido trimestralmente entre los especialistas en Manejo Integrado de Plagas de Centro América y Panamá.

Seleccione sus trabajos más significativos sobre MIP, actualícelos y envíelos al Proyecto MIP/CATIE para el próximo número de la Revista.

RECONOCIMIENTO DE MALEZAS EN ARROZALES DE SECANO EN PANAMÁ

Luis Carlos Salazar, M.Sc.*

INTRODUCCION

Entre los cultivos de granos que se producen en la República de Panamá, el arroz representa uno de los de mayor importancia económica, al considerar factores como área sembrada, producción y demanda, (Panamá en Cifras, 1984). Un elevado porcentaje de las tierras dedicadas a la producción de este rubro, se explotan bajo el sistema de secano, que consiste en la siembra directa del arroz en campo y su posterior desarrollo dependiendo sólo del agua proveniente de las lluvias (Espinoza, 1985).

El número de malezas que interfieren en la producción y arroz es significativo. Actualmente, existe entre los agricultores y técnicos, un cierto grado de confusión y desconocimiento, en relación con la correcta identificación de las diferentes malezas y de sus características botánicas y agronómicas, por lo que se hizo necesario realizar un trabajo básico de reconocimiento de las especies presentes en las regiones arroceras.

El objetivo de este trabajo es identificar las principales malezas asociadas al cultivo de arroz de secano en Panamá, información que podría ser utilizada posteriormente en el manejo integrado de malezas en arrozales.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se inició en mayo de 1983 y comprendió un período de tres años y medio, de muestreos e identificación. La época lluviosa en el país se registra de mayo a noviembre de cada año, y es en este período cuando la agricultura de secano tiene lugar. Se visitaron las áreas arroceras más representativas del país, principalmente, en las provincias de Chiriquí, Veraguas, Los Santos, Coclé y Panamá.

Las características botánicas, morfológicas y vegetativas de las estructuras florales, tallos, hojas y propágulos subterráneos (rizomas, tubérculos, raíces, bulbos), fueron utilizadas como criterio de clasificación taxonómica. Las determinaciones se realizaron en el campo con especímenes vivos, como también en el laboratorio con muestras de plantas colectadas y secadas posteriormente.

* Especialista en Malezas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, David, Chiriquí, Panamá.

La identificación taxonómica de las especies fue realizada mediante comparaciones visuales (Cárdenas, Reyes and Doll, 1972; García, Macbryde, 1975; Hitchcock, 1950; Woodson and Schery, 1943-1980), también, se contó con la ayuda de un herbario y de un taxónomo de la Escuela de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Panamá.

Durante el transcurso del muestreo se realizaron observaciones de interés en campos de producción de arroz, en relación con algunas características agronómicas de las malezas, tales como adaptación, frecuencia y daño.

DISCUSION Y RESULTADOS

El Cuadro 1 presenta los resultados del reconocimiento de las 40 especies de plantas más importantes, que ocurren como maleza en las áreas arroceras de la República de Panamá. Las malezas monocotiledóneas, con solamente tres familias (commelinaceae, cyperaceae y gramineae), abarcan un mayor número de especies nocivas; 25 de estas especies representan el 62.5% del total de las malezas reportadas. De este grupo, la familia gramineae contempla 15 especies, la cyperaceae ocho especies y la commelinaceae dos especies; lo que indica la gran importancia agrícola que revisten las familias gramineae y cyperaceae. Las 15 malezas restantes pertenecen al grupo de las dicotiledóneas, representan el 37.5% y se distribuyen en 13 familias botánicas.

En los campos arroceros se pudo apreciar que dentro del complejo de malezas examinado, existe mucha variabilidad entre especies, en cuanto al grado de ocurrencia y nocividad. La gran mayoría de las malezas reportadas en este estudio tiene un alto grado de ocurrencia, es decir, son muy comunes. Sin embargo, su índice de nocividad es mucho más variable y oscila entre bajo y alto.

En el país, hay un grupo de malezas ampliamente distribuidas que pueden ser consideradas altamente nocivas, de rápida propagación y difusión, entre ellas se mencionan a Ischaemum rugosum, Rottboellia cochinchinensis, Oriza sativa, Echinochloa colonum y Cyperus rotundus. El Cyperus esculentus y Echinochloa crus-galli también son malezas altamente nocivas; sin embargo, su distribución geográfica se limita a áreas mucho más pequeñas y restringidas.

En segundo orden está otro grupo de especies nocivas constituido por malezas como Amaranthus spinosus, Commelina diffusa, Murdannia nudiflora, Eclipta alba, Cyperus fenax, Cyperus iria, Cynodon dactylon, Digitaria adscendens, Digitaria sanguinalis, Eleusine indica y Portulaca oleracea.

El resto de las malezas identificadas pueden ser consideradas mediana o levemente nocivas, de acuerdo con las estimaciones y con las condiciones agroecológicas propias de las regiones productoras de arroz en Panamá.

CUADRO 1. Familias, nombres científicos y comunes de las principales malezas del cultivo de arroz de secano en Panamá.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<u>Amaranthus spinosus</u> L.	Bledo espinoso, bledo	Amaranthaceae
<u>Heliotropium indicum</u> L.	Cola o rabo de lalacrán, cola de escorpión	Boraginaceae
<u>Commelina diffusa</u> Burn. f.	Siempre vive	Commelinaceae
<u>Murdannia nudiflora</u> (L.) Brenan	Siempre vive	Commelinaceae
<u>Eclipta alba</u> (L.) Hassk.	Botoncillo, botón blanco	Compositae
<u>Ipomoea trifida</u> (H.B.K.) G. Don.	Batatilla, campanilla, batatilla morada	Convolvulceae
<u>Melothria scabra</u> Naud.	Sandía de monte, pepinillo meloncillo	Cucurbitaceae
<u>Cyperus esculentus</u> L.	Coquito amarillo, coquillo, cebollín	Cyperaceae
<u>Cyperus fenax</u> L.C. Rich.	Cortadera, cortadera de corona	Cyperaceae
<u>Cyperus iria</u> L.	Cortadera, hierba o cortadera paraguas	Cyperaceae
<u>Cyperus niger</u> Ruiz and Pavon	Cortadera	Cyperaceae
<u>Fimbristylis annua</u> Roem. and Schult.	Barba de indio	Cyperaceae
<u>Fimbristylis miliaceae</u> (L.) Vahl	Fosforito, cabecita	Cyperaceae
<u>Scleria macrophylla</u> Presl.	Cortadora, tres filos, cortadera	Cyperaceae
<u>Euphorbia heterophylla</u> L.	Flor de pascua, leche de sapo	Euphorbiaceae
<u>Euphorbia hirta</u> L.	Leche-leche, lechecilla, hierba de sapo, lechera	Euphorbiaceae
<u>Euphorbia hypericifolia</u> L.	Leche de sapo, lechita pega-pega	Gramineae
<u>Cynodon dactylon</u> (L.) Pers.	Hierba de gallina, hierba fina, gramilla, pasto Bermuda	Gramineae
<u>Dactyloctenium aegyptium</u> (L.) Beauv.	Tres dedos, estrella de mar, grama egipcia	Gramineae
<u>Digitaria adscendens</u> (H.B.K.)	Paja blanca	Gramineae
<u>Digitaria sanguinalis</u> (L.) Scop.	Paja blanca	Gramineae
<u>Echinochloa colonum</u> (L.) Link.	Equinocloa, hierba azul, mogollona arrocillo	Gramineae
<u>Echinochloa crus-pavonis</u> (H.B.K.)	Barba de indio, hierba de agua, barba roja	Gramineae
<u>Eleusine indica</u> (L.) Gaertn	Pata de gallina, pata de gallo	Gramineae
<u>Ischaemum rugosum</u> Salisb.	Mazorquilla, liendre de puerco, cañacilla	Gramineae
<u>Leptochloa filiformis</u> (Lam.) Beauv.	Plumilla, paja de burro, cola de zorro, paja rosada.	Gramineae
<u>Oriza Sativa</u> L.	Barbache, arroz rojo, arroz silvestre, arroz colorado	Gramineae
<u>Paspalum paniculatum</u> L.	Jujuca	Gramineae
<u>Rottboellia cochinchinensis</u> L. F.	Tuguito, manisuris, colombiana, cartuchito	Gramineae
<u>Sorghum sudanense</u> (Piper) Stapf.	Sorgo sudanense, sorgo maleza	Gramineae
<u>Stenotaphrum secundatum</u> (Walt.) Kuntze	Hierba San Agustín	Gramineae
<u>Hyptis brevipes</u> Poit.	Cabeza de pollo, bolita, pelotilla, motita	Labiatae
<u>Mimosa pudica</u> L.	Dormidera, dormilona	Leguminosae
<u>Jussiaea decurrens</u> (Walt.) D.C.	Clavito de agua, palo de agua	Onagraceae
<u>Portulaca oleracea</u> L.	Verdolaga	Portulacaceae
<u>Richardia scabra</u> L.	Tabaquillo, lengua de vaca	Rubiaceae
<u>Physalis angulata</u> L.	Vejigón	Solanaceae
<u>Kallstroemia maxima</u> (L.) Hooker and Arnott	Falsa verdolaga, verdolaguita	Zygophyllaceae

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CARDENAS, J., REYES, C.E.; DOLL, J.D. 1972. Tropical Weeds. Malezas Tropicales. Vol. 1. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. 341 p.
- ESPINOZA, E. 1985. Situación de la Producción de Arroz en Panamá. En IV Curso Intensivo de Producción de Arroz, IDIAP-FAUP-CIAT. David, Chiriquí.
- GARCIA, J.L.; MACBRYDE, B.; MOLINA, A.R.; MACBRIDE, O.H. 1975. Malezas Prevalentes en América Central. Prevalent Weeds of Central America. International Plant Protection Center. Oregon State University. 162 p.
- HITCHCOCK, A.S. 1950. Manual of the Grasses of the United States. Second Edition, Revised by Agnes Chase. U.S.D.A. Misc. Publ. 200, 1051 p.
- HOLD, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. 1977. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. University Press of Hawaii, Honolulu. 609 p.
- LORENZI, H. 1982. Plantas Daninhas do Brasil. Nova Odessa - Sao Paulo, Brazil. 425 p.
- PANAMA EN CIFRAS. 1984. Dirección de Estadística y Censo. Contraloría General de la República. Años 1979-1983.
- SALAZAR, L.C. 1985. Malezas de importancia económica en arrozales de la Provincia de Chiriquí. En Seminario Taller de Malezas. Informe Técnico No.71. Proyecto de Manejo Integrado de Plagas. CATIE, pp. 66-71.
- WOODSON, R.E.; SCHERY, R.W. 1943-1980. Flora of Panama Ann. Missouri Bot. Garden.

**¿Es usted un investigador que funciona
como una "Rueda suelta"?**

Intégrese a un equipo regional de Manejo Integrado de Plagas. Comunique sus hallazgos e intercambie datos, información y resultados de sus experimentos en el **"Boletín Informativo MIP"**. Servicio trimestral gratuito, para todos los investigadores de MIP en Centroamérica y Panamá.

**CARACTERIZACION DEL CULTIVO DEL PLATANO EN SAN CARLOS,
COSTA RICA, 1987**

Gustavo Calvo Domingo*
José Martí Jimenez**
Arturo Gamboa***

INTRODUCCION

Uno de los cultivos de mayor importancia en Centro América es el plátano (Musa AAB). Según se estimó en 1985 la región produjo cerca de 500.000 toneladas métricas de plátano por año, en un área cultivada de 58.000 ha (Rodríguez, Morales y Chavarría, 1985).

El plátano tiene ventajas ya que se adapta al trópico húmedo. Puede cosecharse todo el año, asegurando al productor una entrada continua; produciendo cosechas durante 10 o más años sin necesidad de resiembra. Por su forma amilacea comestible, el plátano se considera como un elemento básico de la dieta popular, y se cultiva en casi todas las zonas tropicales del mundo (Rodríguez y Barrigh, 1979).

En Costa Rica se conoció, a través del Centro Nacional de Abastecimientos (CENADA) y de las Ferias del Agricultor, que durante el periodo 1983-84 (última información disponible), se comercializaron más de 60.000 TM de plátano en el mercado interno. El plátano contribuyó en 1983 con el 2,1% del valor bruto de la producción agropecuaria nacional. Se exportaron un total de 26.000 TM, con un valor de 4.914 miles de dólares estadounidenses. Monto solamente superado por los cultivos tradicionales: café, banano, azúcar y cacao. Los precios internacionales han mostrado una tendencia al alza pasando de US\$ 6,97/caja en 1976 a US\$ 11,84/caja en 1983.

Un estudio realizado en 1982 (Lemelle, et al, 1982), calculó los ingresos globales de los participantes en el proceso de comercialización del plátano durante 1981 entre 185 y 270 millones de colones. De estos el 48-54% fue ganancia para los productores y el resto para los agentes comercializadores.

Es evidente la importancia del plátano tanto en la economía del país, como en la economía del productor. Esto contrasta con la poca información y poco conocimiento sobre el sistema de producción de este cultivo que utiliza el pequeño agricultor.

* Economista Agrícola Asistente, Proyecto MIP/CATIE. Turrialba.

** Fitopatólogo Asistente, Proyecto MIP/CATIE. Turrialba.

***Asistente de Laboratorio Proyecto MIP/CATIE. Turrialba.

El presente trabajo es un análisis de la información obtenida por medio de encuestas a los agricultores productores de plátano de la zona de San Carlos. El objetivo principal es identificar y dar a conocer las actividades que realiza el agricultor en su parcela, cuales insumos utiliza y sus dosis, y conocer en mayor detalle la producción, los ingresos y algunos aspectos primarios de la comercialización de este producto.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron al azar 35 agricultores pequeños, medianos y grandes productores de plátano de las localidades de Zona Fluca, La Perla y Los Angeles del cantón de San Carlos, Costa Rica. Esta selección consideró una población de 144 productores, de los cuales la muestra representó el veinticuatro por ciento (24%). Personal técnico del Proyecto Manejo Integrado de Plagas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), utilizaron el método de la encuesta entre los agricultores mediante un formulario confeccionado para tal efecto. La encuesta se realizó en el período comprendido del 15 al 20 de marzo de 1987.

La información analizada en este estudio corresponde a las practicas realizadas por los agricultores en las parcelas en monocultivo. Para los que tenían parcelas con parte asociada y parte en monocultivo solo se utiliza la información de la parte en monocultivo.

RESULTADOS Y DISCUSION

El 65% de los agricultores encuestados producen plátano desde hace 4-6 años. El área promedio de las fincas es de 8.4 has. con un rango desde 1 a 11 has. El área dedicada al cultivo de platano en promedio es de 2.3 has. dentro de un rango de 0.5 a 8 has. Del total de agricultores el 54% siembran parte de su parcela asociada.

Forma de siembra

El arreglo espacial predominante es de siembra en cuadro con distancia principalmente de 3-4m entre surcos y 3-4m entre hileras (71% de los casos). El número de cepas utilizadas en las parcelas en monocultivo es en promedio de 815, variando desde 500 a 1600 cepas por hectarea.

Manejo del cultivo

La Fig. 1 muestra el porcentaje de agricultores que realiza cada actividad. Son más frecuentes la deshija, la deshoja, el combate químico de malezas y la fertilización.

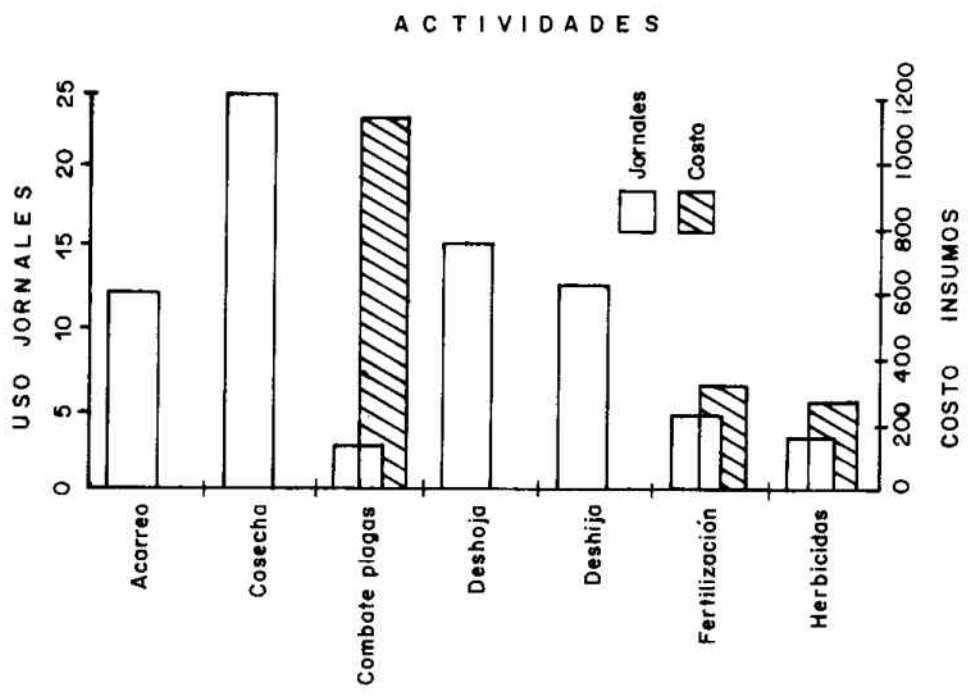


Figura 2. Costos de producción y mano de obra necesaria por actividad.

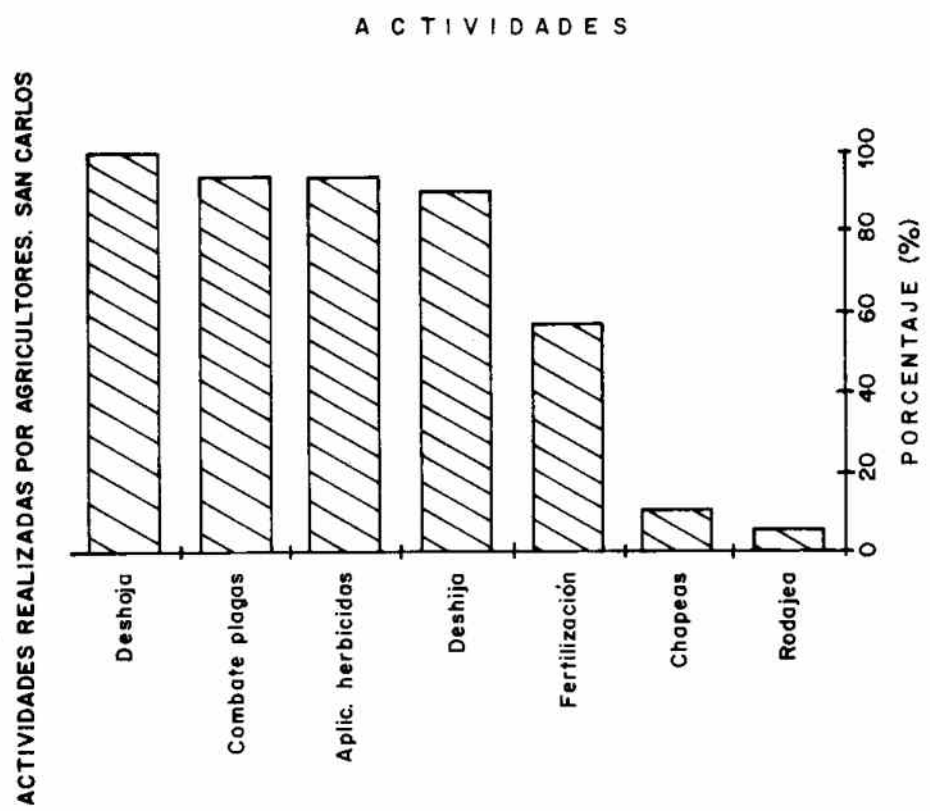


Figura 1. Porcentaje de agricultores que realiza cada actividad.

La deshoja es realizada por el 91% de los agricultores. De estos el 59% deja de 2 a 3 hijos por cepa y un 31% deja 4 o más hijos. Este patrón de deshoja, permite al agricultor aumentar su densidad de plantas sin un costo extra (número de semillas a la siembra). Además, le permite aprovechar mejor el espacio que deja al utilizar distancias de siembra amplias como las indicadas anteriormente. La frecuencia de deshoja varía de 3 a 4 veces por año, en el 66% de los casos.

La fertilización es utilizada por el 57% de los agricultores. Consiste principalmente en el uso de fórmulas Figura 1 completas (Cuadro 1.). La fórmula más frecuente es la de 15-3-31 en cantidad de 145 kg/ha/año, fraccionado en dos aplicaciones o más (85%). Solo dos agricultores alternan formulas diferentes por aplicación.

Considerando los fertilizantes utilizados, ninguno aplica más de 40 kg de nitrógeno por ha por año. En el caso de aplicación de la fórmula 15-3-31 se estaría aplicando solo 22.8 kg de nitrógeno por ha y año, cantidad mínima según el rango de recomendación de 75-150 kg por ha por año (Rodríguez, Morales y Chavarría, 1985). Respecto al fósforo, la literatura indica que las musáceas son bastante eficientes en absorberlo, aún en condiciones de deficiencia de este elemento. Se han obtenido buenos resultados (Rodríguez, Morales y Chavarría, 1985), con la aplicación de 30 kg/ha/año. En nuestro caso, para el fertilizante más comúnmente utilizado en la zona (15-3-31), solo se estaría aplicando 4.35 kg/ha/año, cantidad mínima respecto a la recomendación. Hay que hacer la salvedad sobre la necesidad de estudiar el contenido de fósforo disponible en los suelos de la zona, para establecer la necesidad de la fertilización fosfatada. En el caso de los otros fertilizantes utilizados (12-24-14, 10-30-10 y 15-15-15), la aplicación en la dosis promedio, si estaría supliendo los niveles recomendados.

En cuanto al potasio, el plátano tiene requerimientos altos. Generalmente los suelos de Centro América tienen un buen contenido de este elemento. Aunque según la literatura, su aplicación es necesaria en suelos, donde otros cultivos producen adecuadamente, para obtener rendimientos máximos en plátano. Se reporta la necesidad de aplicar 90 kg/ha/año de potasio (Rodríguez, Morales y Chavarría, 1985). Para la fórmula fertilizante mayormente utilizada en la zona (15-3-31), se aplican apenas 45.2 Kg/ha/año, cantidad menor a lo recomendado. Sin embargo, existe la necesidad de determinar experimentalmente la cantidad que se debe aplicar de este nutrimento en los diferentes suelos de la zona. En el caso del uso de otras fórmulas se aplica mucho menos potasio que el recomendado.

El combate de malezas se realiza principalmente, mediante la aplicación de herbicidas (94.3%). Estas aplicaciones se realizan 3 o 4 veces al año (76%). El principal producto utilizado es el Gramoxone (paraquat), aplicado en forma dirigida a razón de 5 lt de producto comercial /ha/año. El control mecánico por medio de chapeas y rodajeas es poco frecuente, 11,4% y 5.7% de la muestra respectivamente.

La deshoja es el método de combate de enfermedades del follaje más frecuente (Fig 1.). Son realizadas generalmente cada 1 o 2 meses (49%). El 86% de los agricultores corta las hojas con un 100% de necrosamiento. Practica poco recomendable, ya que se recomienda cortar todas las hojas dobladas o erectas que tengan más del 50% necrotico. La razón, es que las hojas dobladas permitan el

crecimiento y esporulación de hongos o incuban insectos dañinos (Rodríguez, Morales y Chavarría, 1985).

Se puede considerar que el no realizar la práctica de desinfección de herramientas no es una omisión crítica, ya que el 94% de los agricultores reportaron no haber tenido problemas con el Mal de Panamá (Fusarium oxysporum). Aunque el 71% de los agricultores encuestados consideran que existen bacterias en sus plantaciones pero estas no causan daños mayores. Observaciones de los técnicos que realizaron la encuesta consideran que en un futuro cercano se agravará el problema de bacterias, principalmente con Erwinia spp.

Más del 90% de los agricultores combate las plagas insectiles en el plátano. Las principales plagas reportadas por los agricultores fueron en el 87% de los casos los nemátodos y el picudo (Cosmopolites Sordidus Germar). El método de combate mayormente utilizado consiste en la aplicación al suelo de un insecticida o un insecticida-nematicida. Los productos utilizados más frecuentemente son: Counter (terbufos), a razón de 130 kg de p.c./ha/año; Furadan (carbofuran) a razón de 85 kg de p.c./ha/año y Cytrolane (mefosfolan) a razón de 70 kg/ha/año. Considerando la población de cepas promedio por ha de 815 y que estos agricultores realizan de 2 a 3 aplicaciones por año (82.8%), estas dosis equivaldrían a: 53-80 gr/cepa/aplicación de Counter, 35-52 gr/cepa/aplicación de Furadan y 29-43 gr/cepa/aplicación de Cytrolane; dosis considerablemente altas según lo recomendado en la literatura que es 20-30 gr/planta/aplicación.

Entre las actividades importantes que deben ser materia de preocupación del gobierno y de los agricultores se destacan las siguientes: a) el combate químico de la sigatoka, donde los agricultores aceptan su presencia y no la controlan por considerar que el costo de su combate es caro (77%) o porque no causa mayor daño ya que el producto es principalmente para mercado nacional. b) el apuntalamiento, donde el 94% consideran que no es necesario, aspecto relacionado directamente con el control de nemátodos y de picudo. Parece ser que el control por medio de plaguicidas está resultando bueno al existir poco problema de volcamiento de plantas.

COSTOS DE PRODUCCION Y RETORNO A LA INVERSION

La Figura 2, muestra el costo de los insumos por actividad y la mano de obra necesaria para la producción de una hectárea de plátano. Esta información corresponde al promedio de los costos y uso de mano de obra manifestado por los agricultores. En cuanto a costos de insumos, hay tres actividades que los producen, la principal es el combate de plagas. Con relación al uso de mano obra, hay cuatro actividades que la requieren en mayor cantidad: la deshoja, la deshija, la cosecha y el acarreo de la cosecha. Otras actividades que requieren menor cantidad son: el combate de plagas (aplicación de agroquímicos), la fertilización y la aplicación de herbicidas.

El Cuadro 2, muestra la producción anual, el ingreso bruto y neto, los retornos por colón invertido en insumos y el total. Se observa que la actividad resulta rentable, y se obtienen buenos retornos para la inversión en insumos (C 1.38/colón invertido/ha/año/), como para la inversión total (C 0.54/colón invertido/ha/año). En el último cálculo de retornos se incluyen los jornales contratados y los jornales familiares, dando a estos un valor similar a los

contratados. Además hay que recordar que los ingresos que produce la parcela son continuos. Generalmente cada una o dos semanas, permitiendo al agricultor contar con un flujo continuo de dinero que le permite mantener a su familia e invertir en otros cultivos que producen ingresos a un plazo mayor (cultivos anuales).

COMERCIALIZACION

El 97% de los agricultores cosecha cada 1 o 2 semanas. La mayoría (97%) dicen no tener problemas de mercado o comercialización, ya que encuentran compradores fácilmente. El 100% vende a intermediarios.

El 94% de los productores vende su producto para el mercado nacional, un 2.8% para el mercado local-nacional y un 2,8% para la exportación.

El precio promedio para mercado nacional fue de 2.6 colones por dedo, variando de 2.0 a 2.8; con una moda de 2.5 por dedo (68%). El precio para mercado de exportación fue de 8 colones por dedo.

LITERATURA CITADA

- RODRIGUEZ, M. Y BARRIGH, O. 1979. Manual sobre el cultivo del plátano en la costa norte de Honduras. SIATSA (Honduras). Boletín No.7. 54 p.
- RODRIGUEZ, M.; MORALES, J.M. Y CHAVARRIA, J.A. 1985. Producción de plátanos (Musa AAB,ABB). Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 74 p.
- LEMELLE, J.R.; et al. 1982. Actividad platanera y Sigatoka Negra en Costa Rica - Una evaluación económica de la problemática. San José, Costa Rica. IICA. 62 p.

CUADRO 1. Tipo de fertilizantes, frecuencia de uso y dosis promedio utilizadas por los productores de plátano de San Carlos, Costa Rica. 1987.

Tipo de Fertilizante	Frecuencia de uso	Dosis del Producto (Kg/ha/año)	Composición (Kg/ha/año)		
			Nitrógeno	Fósforo	Potasio
15-3-31	11	145.7	22.8	4.3	45.2
12-24-12	5	127.3	15.3	30.5	15.3
10-30-10	3	114.0	11.4	34.2	11.4
15-15-15	3	248.0	37.2	37.2	37.2

CUADRO 2. Producción promedio anual, ingreso bruto y neto y retornos netos a la inversión.

PRODUCCION ANUAL	INGRESO BRUTO	COSTO DE INSUMOS	COSTO MANO DE OBRA*	INGRESO NETO	RETORNO NETO A LA INVERSION EN INSUMOS	RETORNO NETO A LA INVERSION TOTAL
Dedos/ha/año	Colones/ha/año	Colones/ha/año	Colones/ha/año	Colones/ha/año	Colones/colón invertido	Colones/colón invertido
22 121.04	55 302.6	24 014.6	18 193.4	13 094.6	0.54	0.31

* Incluye el costo de la mano de obra familiar a precio de mercado.

PRECIOS, SUBVENCIONES Y LOS NIVELES DE DAÑO ECONOMICO*

Peter M. Rosset**

CONTEXTO ECONOMICO CENTROAMERICANO

La economía típica de los países de la región Centroamericana presenta debilidades estructurales, tales como fueron analizadas por de Janvry (1981), el cual distingue tres distintos sectores de la economía (Figura 1). El sector de la agricultura moderna tanto como el de la industria depende en gran parte de la importación de insumos. En el caso de la agricultura estos insumos comprenden: los plaguicidas, los fertilizantes, las semillas mejoradas, la maquinaria, el petróleo y el equipo de riego. En la industria se destacan los componentes prefabricados ensamblados en las "maquiladoras", y los bienes de capital del resto de la industria (Castillo, 1980). Se excluyen los aspectos tradicionales de la agricultura los cuales no dependen estrictamente de dichos insumos.

A la dependencia de los insumos importados se suma una gran dependencia de los mercados externos, que reciben una gran proporción de la producción agrícola e industrial de los sectores modernos. Esta estructura de dependencia hace que la economía sea vulnerable a las fluctuaciones, tanto en los precios de los insumos como de las exportaciones, las cuales están más allá del control nacional o regional. Los precios de los insumos agrícolas, tales como tractores, insecticidas (Figura 2, 3), han tendido a incrementarse en las últimas dos décadas. Simultáneamente los precios de los principales productos agrícolas de exportación se han estancado desde mediados de los años 70 (Figura 4), creando una crisis creciente en el intercambio externo.

La relación entre el precio de las exportaciones con el de las importaciones se da en términos de intercambio, el cual ha declinado estrepitosamente desde finales de los años 70 (Figura 5). Por ejemplo, para Nicaragua en 1984 una unidad de exportaciones tenía apenas el 62% del poder adquisitivo de una unidad de las exportaciones del año 1970. Esta situación es relativamente igual para los otros países de la región, dado que los precios internacionales que ellos deben manejar son básicamente los mismos.

* Presentado en el 1er. Congreso Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas. AGMIP. 5-7 agosto, 1987, Guatemala, Guatemala.

** Coordinador/Costa Rica, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, CATIE, San José, Apartado 843-2050, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

PLAGUICIDAS Y SUBVENCIONES

La crisis de la deuda externa proviene, en parte, de la reducida capacidad de las exportaciones para cubrir los gastos de su producción, especialmente los costos de los insumos importados. Como demuestra la Figura 3, el insecticida no es una excepción. De aquí que el manejo integrado de plagas (MIP) se considere de beneficio macroeconómico, en cuanto reduce la utilización de plaguicidas importados, mientras que mantiene o aumenta los niveles de producción (Rosset, 1986). Es dentro del marco de este concepto que se debe examinar el papel que juegan las subvenciones a los plaguicidas en un determinado país. Hay una tendencia marcada en el Tercer Mundo a subvencionar el costo de dichos insumos, como parte de una política para estimular el desarrollo agropecuario.

TIPOS DE SUBVENCIONES

Repetto (1985) publicó un estudio de las políticas de subsidio a la venta de insecticidas en algunos países del Tercer Mundo. Resumiendo la información que el presenta, podemos ver que hay cinco tipos de subvenciones de insecticidas:

- 1) Tipo de Cambio "Preferencial", donde la casa importadora recibe divisas para la compra de insecticidas a un tipo inferior que el del "mercado".
- 2) Crédito "Preferencial", donde la casa importadora y/o el agricultor recibe crédito con plazo mayor y/o tasa de interés menor que el promedio del mercado.
- 3) Exención de impuestos, donde hay una exención parcial o total de los impuestos normales de importación, de venta, etc.
- 4) Ventas directas al agricultor por agencias gubernamentales a precios por debajo del costo real.
- 5) Importaciones donadas o subsidiadas por agencias de ayuda internacional.

El resultado de cada uno de estos tipos de subvenciones es que el agricultor paga un precio efectivo menor que el precio real, cuya diferencia es asumida por el estado (con la excepción del subsidio señalado en el numeral cinco). El Cuadro 1 presenta los porcentajes de subvención encontrados en algunos países. Es importante notar que muchas veces se piensa que en determinado país no existen subvenciones por el hecho de que no es fácil identificarlas en la práctica, pero si las hay en la realidad.

LAS SUBVENCIONES Y LOS NIVELES DE DAÑO ECONOMICO

Al suponer que el agricultor es más o menos "racional" en su empleo de insumos, o sea que responde por lo menos parcialmente a la balanza de costos y beneficios, se puede utilizar la fórmula del nivel de daño económico NDE

CUADRO 1. Porcentaje y tipo de subvención de insecticida en varios países (Repetto, 1985, y observaciones personales).

PAIS	% SUBVENCION	TIPO DE SUBVENCION
1. Honduras	35	tipo de cambio, varios
2. Nicaragua	97	tipo de cambio
3. Colombia	44	varios
4. Ecuador	55	impuestos, tipo de cambio
5. Indonesia	82	ventas directas
6. Senegal	89	varios
7. Promedio de 9 países	44	varios
8. Costa Rica*	?	?
9. El Salvador*	?	?
10. Panamá*	?	?
11. Guatemala*	?	?

* Datos no disponibles.

CUADRO 2. Porcentaje de subvención del precio de insecticida y la reducción del (NDE) suponiendo que el ingrediente activo representa el 50% de los gastos de aplicación.

% SUBVENCION	% REDUCCION NDE
10	5
25	12.2
50	25
75	37.5
90	45
100	50

(Hruska y Rosset, 1987) para visualizar el efecto de un cambio de precio en el uso de insecticida. La fórmula más sencilla es,

$$NDE = D^* = C/mP, \quad (1)$$

donde D^* es la densidad de la plaga a la cual se aplica el insecticida, C es el costo de aplicación (producto mas mano de obra), P es el precio de venta por unidad de la cosecha, y m es la reducción en el rendimiento causada por unidad de la plaga.

Es evidente que al reducir el costo de aplicación del insecticida, C , se baja D^* , la densidad de la plaga donde se inicia el control. O sea, con un costo menor sería económicamente racional aplicar insecticida a una densidad menor de la plaga.

La subvención afecta solamente el costo del producto, y no de la mano de obra. Si suponemos que la mano de obra representa el 50% de los gastos, el otro 50% representa el costo del ingrediente activo. Sustituyendo diferentes porcentajes de subvención del costo del producto en la ecuación (1), obtenemos los porcentajes de reducción del NDE presentados en Cuadro 2. Por ejemplo una subvención del 25% resulta en una reducción del NDE de 12.5%, mientras que una subvención de 90% reduce el NDE en 45%. Si el costo del producto representa más del 50% de los gastos de aplicación (por ejemplo cuando se usa mano de obra familiar), la reducción del NDE sería mayor.

La figura 6 constituye un modelo sencillo de los efectos probables de una subvención de insecticidas y de la reducción consecuente del NDE. El efecto directo de la subvención es por lo tanto un aumento en los gastos del estado, o sea un incremento del déficit fiscal. El efecto que se logra a través del NDE es un aumento en el número de aplicaciones de insecticida, ya que se está aplicando a densidades menores de la plaga. Se supone que habrá un incremento concomitante del rendimiento, como consecuencia de un mejor control de las plagas. Esto da lugar a la formulación de una serie de "preguntas claves" sobre los efectos directos e indirectos.

PREGUNTAS CLAVES

Cuál es la relación entre la reducción del NDE y el número de aplicaciones de insecticida?

Esta relación es difícil de cuantificar, ya que depende del efecto de la aplicación del insecticida en la dinámica poblacional futura de la plaga, o sea el número de veces que volverá a alcanzar el NDE, y así el número de aplicaciones adicionales requeridas. Sin embargo, podemos estar seguros que al bajar el NDE a través de una reducción del costo del insecticida, se aumentarán el número de aplicaciones y como consecuencia la cantidad total de insecticida utilizado. Con la subvención de 97% en Nicaragua (Cuadro 1) el mismo concepto del NDE casi no tiene relevancia para el agricultor: si el insecticida es "regalado" porqué no aplicarlo, por ejemplo, cada tres días?

Compensará el rendimiento adicional la economía del país por los gastos mayores en insecticidas importados, en subvenciones y en los costos secundarios de resistencia de insectos, de deterioro de la salud humana y del medio ambiente?

En primer lugar no es claro si habrá una respuesta "lineal" y positiva del rendimiento al incremento de la cantidad de insecticida utilizada. Se llegará al punto de "rendimientos decrecientes", donde aplicar más insecticida no causará un mayor incremento de rendimiento. También es probable que se provoque una tasa mayor en la evolución de resistencia de los insectos, disminuyendo así el aumento de rendimiento por unidad de insecticida, y haciendo necesario siempre un mayor uso e importación de los insumos.

Es muy probable que el rendimiento adicional no sea suficiente para cubrir los gastos de importación y subvención, sin tomar en cuenta los costos secundarios. Cuando existen métodos de control menos costosos en términos de divisas, tales como muchas prácticas de manejo integrado de plagas (MIP), que mantienen o aumentan los rendimientos, sería siempre más rentable para la economía nacional implementar éstos, que subvencionar el uso de insumos importados.

Qué sucede con el desarrollo de alternativas a plaguicidas subvencionados?

Cuando el investigador tiene que buscar alternativas que son económicamente competitivas para el agricultor, hay una desincentivación de la investigación. En Nicaragua, por ejemplo, donde la subvención es del 97%, el investigador se siente desesperado ante la imposibilidad de encontrar una alternativa más barata que el producto "regalado". Mientras haya un subsidio tan drástico, se dificulta más el desarrollo de alternativas tales como el control biológico, la producción de productos microbiales, o el uso de extractos vegetales (todos actualmente bajo investigación en Nicaragua). Muchos métodos que son económicos en terminos reales (o sea de divisas) serán abandonados por no poder competir, al nivel de la finca, con los productos importados.

Cuáles son los costos y los beneficios para el agricultor?

Quizás el beneficio será el de obtener mayores rendimientos, por lo menos al comienzo. Pero a largo plazo surgirán problemas de resistencia, brotes de plagas secundarias, mayores problemas de salud, y eventualmente rendimientos decrecientes (considerar el caso de algodón en Centroamérica). Hubiera sido mejor implementar prácticas de MIP que utilizan menos insumos importados, son económicos, no provocan estos problemas y en muchas ocasiones aumentan los rendimientos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La política común de subvencionar el uso de plaguicidas debe ser revisada por los gobiernos de los países en vías de desarrollo. No hay duda de que esa política se implementa con las mejores intenciones de aumentar la producción, estimular el desarrollo agropecuario, mejorar las condiciones económicas de los pequeños agricultores, etc. Sin embargo esta política produce efectos indeseados, tales como: el aumento de los gastos gubernamentales a través de los

subsidios; mayores importaciones que no son compensadas por una producción adicional; el aumento del "abuso" de plaguicidas y sus problemas concomitantes de resistencia, de plagas secundarias, de deterioro de la salud humana y el medio ambiente; y la desincentivación para desarrollar e implementar otras alternativas de manejo y control de plagas tales como las que ofrece el MIP.

LITERATURA CITADA

- CASTILLO RIVAS, D. 1980. Acumulación de Capital y Empresas Transnacionales en Centroamérica. México D.F., Siglo Veintiuno. 227 p.
- DE JANVRY, A. 1981. The Agrarian Question and Reformism in Latin America. Baltimore, Md., Johns Hopkins. 311 p.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas; Revista del proyecto MIP/CATIE (Costa Rica) 5:30-44.
- REPETTO, R. 1985. Paying the Price: Pesticide Subsidies in Developing Countries. Washington D.C., World Resources Institute. 27 p.
- ROSSET, P.M. 1986. Aspectos Ecológicos y Económicos del Manejo de Plagas y los Policultivos de Tomate en América Central. (Traducción de tesis de doctorado, University of Michigan) Ann Arbor, Mich., Institute for the Development of Agricultural Alternatives. 127 p.

¿Se siente
aislado
o incomunicado?



El "Boletín Informativo MIP" es un servicio trimestral de alerta informativa, con el propósito de llevar a usted datos e información sobre acontecimientos en áreas de Manejo Integrado de Plagas.

Pero también está a su disposición para comunicar sus actividades y resultados de investigación a sus colegas en la región.

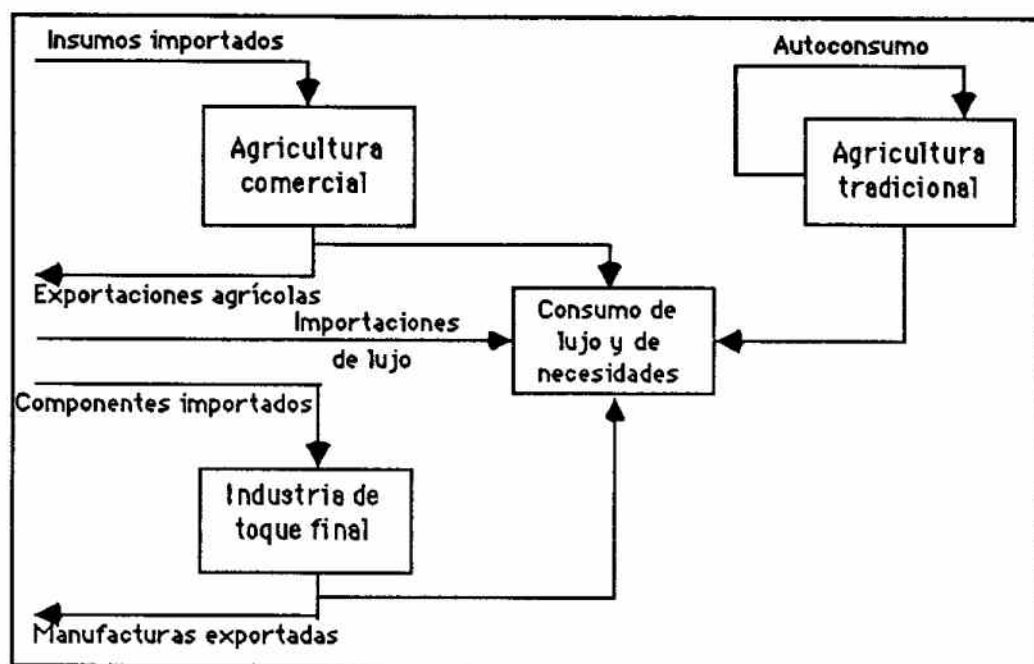


FIGURA 1. Esbozo esquemático de los aspectos relevantes de una economía centroamericana.

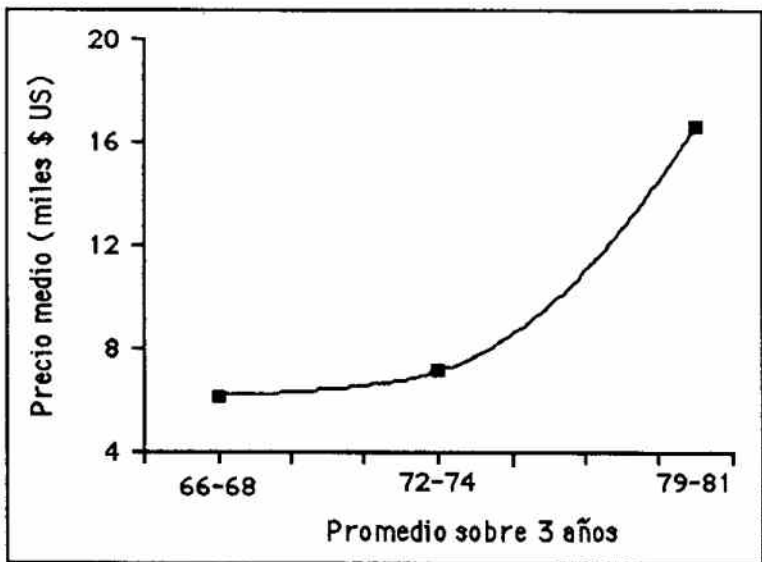


FIGURA 2. Precio de los tractores importados promediados sobre un período de tres años. (Rosset, 1986).

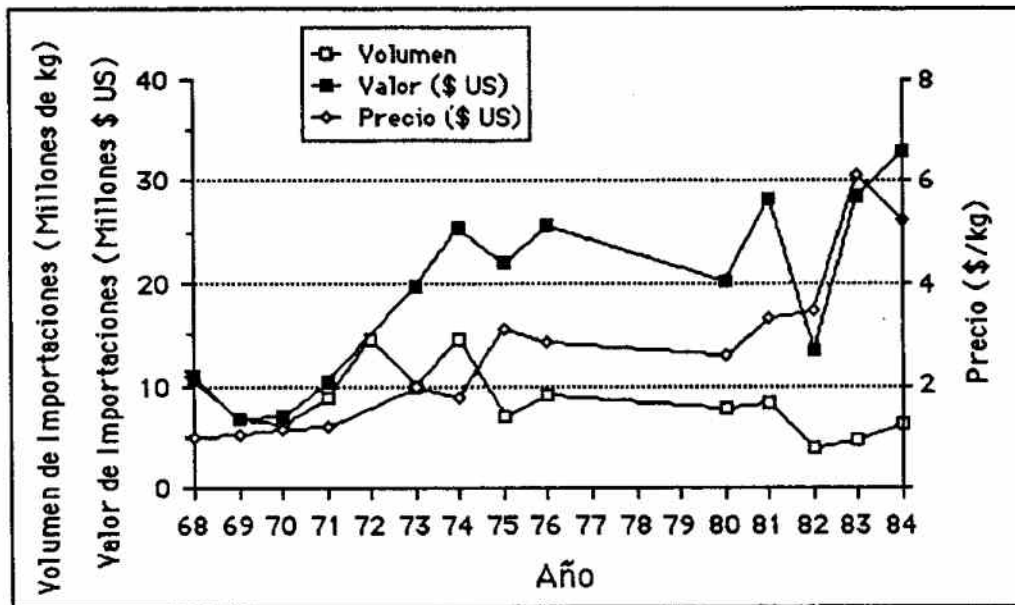


FIGURA 3. Volumen, valor en dólares y precios de las importaciones de insecticidas, 1968-84, Nicaragua. (Rosset, 1986)

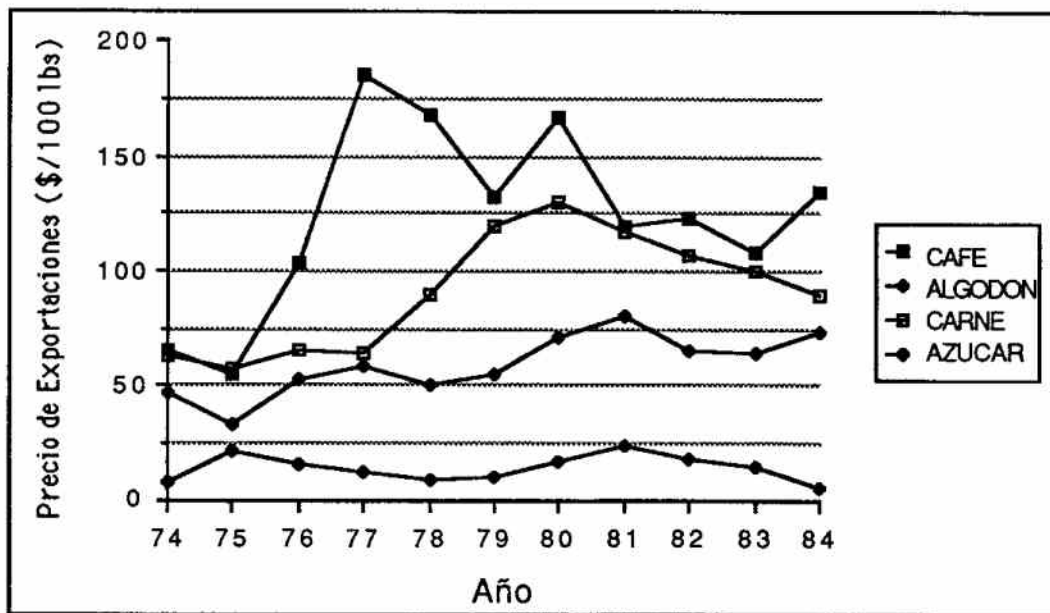


FIGURA 4. Precio de los principales productos de exportación, 1974-84. (Rosset, 1986).

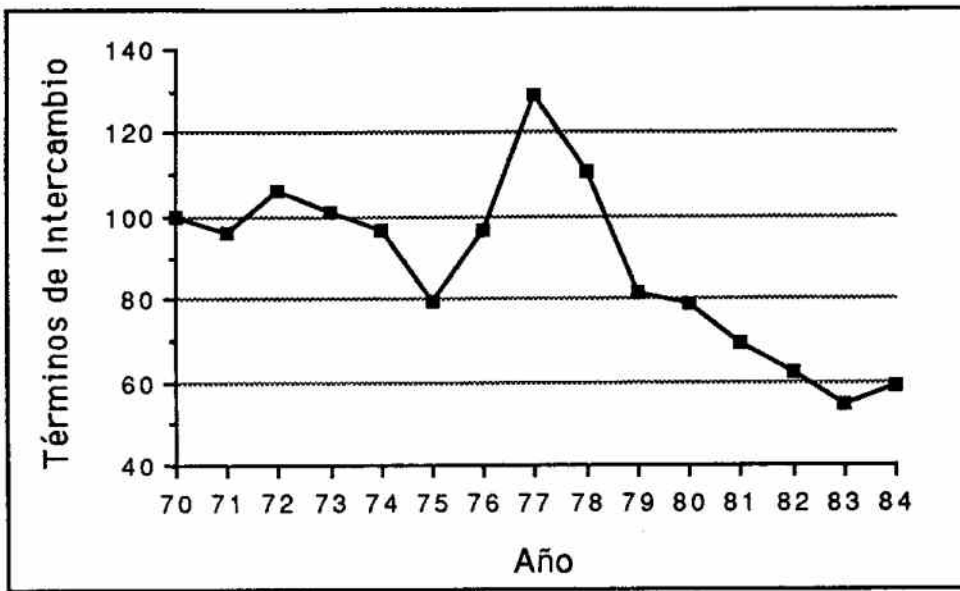


FIGURA 5. Relación de los términos de intercambio comercial (exportaciones/importaciones de bienes) 1970:100, Nicaragua. (Rosset, 1986).

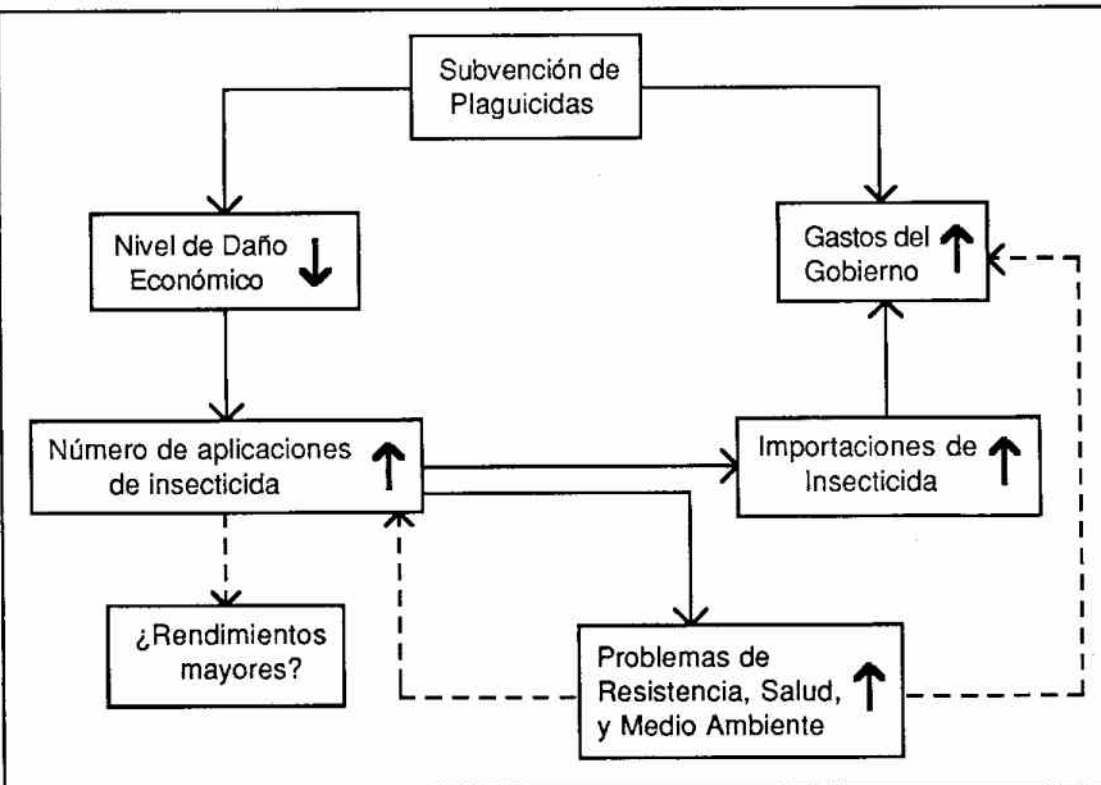


FIGURA 6. Modelo sencillo de los efectos probables de una subvención de insecticidas.

LA ALELOPATIA EN EL MANEJO DE MALEZAS*

Ramiro de la Cruz**

INTRODUCCION

El fenómeno alelopático en la agricultura fue reconocido por Demócrito y Teofrasto en el Siglo V y II antes de Cristo respectivamente. Se define como el efecto detrimento en plantas superiores de una especie (donante) en la germinación, crecimiento o desarrollo de plantas de otras especies (receptor). No debe aplicarse para los efectos bioquímicos beneficiosos o dañinos de microorganismos a plantas (Putnam and Duke, 1978).

Hay igualmente diferencia de los efectos de interferencia, ya que en la alelopatía el efecto se lleva a cabo mediante la liberación de una sustancia química por parte de la especie donante.

Se indican tres mecanismos de interferencia entre plantas (Bykov, en Putnam and Duke, 1978). Estos mecanismos son:

1. Alelospoli, cuando hay competencia por un factor de crecimiento
2. Alelopatía, cuando hay liberación de una sustancia tóxica
3. Alelomedicación, cuando se tienen sustancias tóxicas o repelentes contra herbívoros para evitar su daño.

Los grupos químicos aislados como responsables en alelopatía pertenecen a productos del metabolismo secundario de las plantas: ácidos fenólicos, cumarinas, terpenoides, flavonoides, alcaloides, glicósidos cianogénicos, glucosinolatos.

Es interesante destacar que estas sustancias del metabolismo secundario implicadas en interacciones entre algunas plantas también han sido encontradas jugando un papel defensivo o protector contra el ataque de varios organismos. Muchas veces esta acción depende más de la concentración de la sustancia que de su misma característica química (Fraenkel, 1983).

PRESENCIA DEL FENOMENO

La estrecha interacción entre plagas y especies vegetales en sistemas biológicos diversificados posiblemente promovió el desarrollo de ciertos tipos de sustancias defensivas o aleloquímicos alomónicos. Estas sustancias del

* Material Didáctico, Curso de Malezas, Estudios de Posgrado, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

** Especialista en Malezas. Proyecto MIP/CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

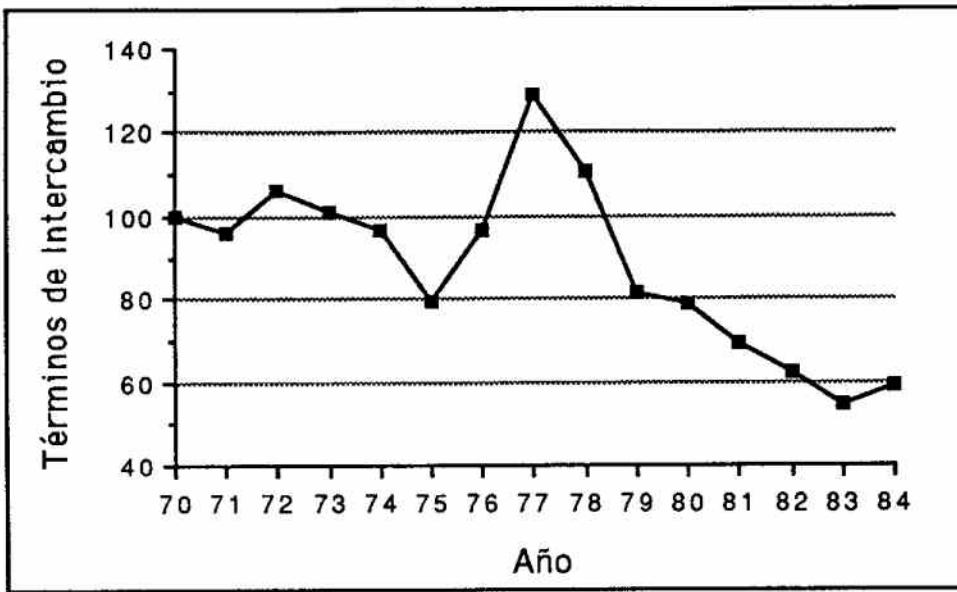


FIGURA 5. Relación de los términos de intercambio comercial (exportaciones/importaciones de bienes) 1970:100, Nicaragua. (Rosset, 1986).

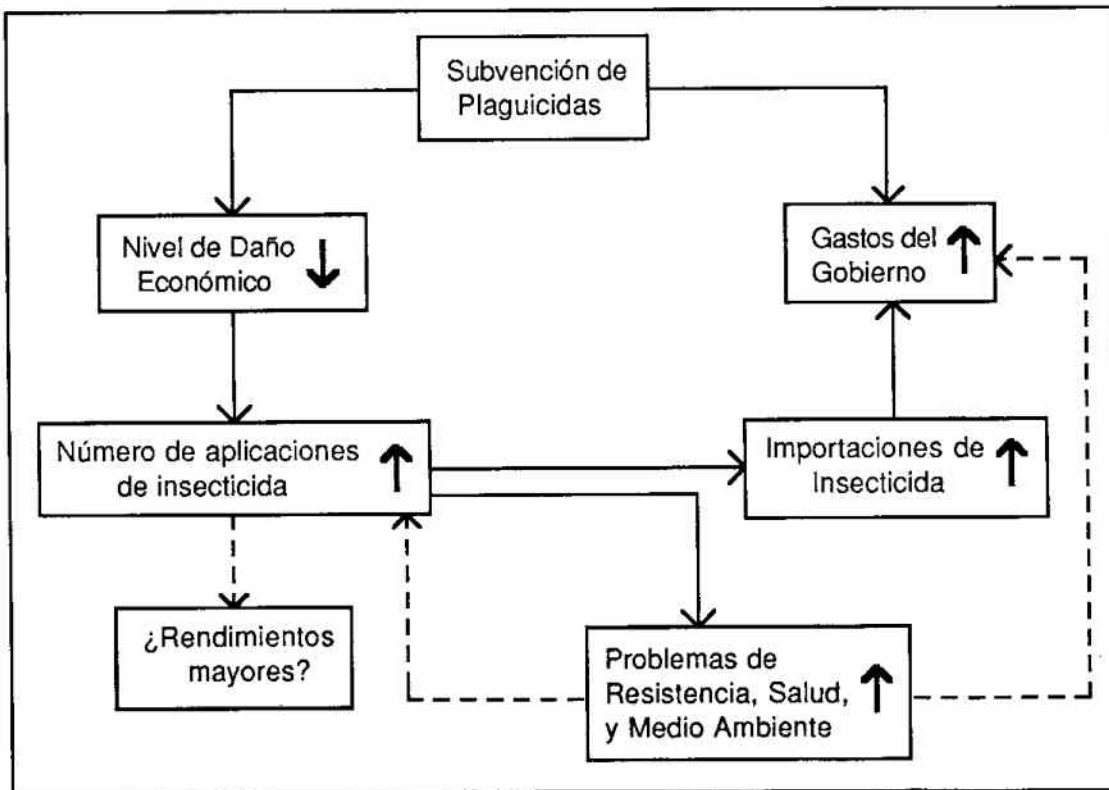


FIGURA 6. Modelo sencillo de los efectos probables de una subvención de insecticidas.

metabolismo secundario de las plantas que actúan como mensajeros químico-ecológicos, producen efectos antialimentarios tóxicos, los cuales modifican el hábito sexual o poblacional de los insectos (alelomedicación). (Whittaker and Feeny, 1971).

Se han considerado las sustancias aleloquímicas como subproductos metabólicos que en el proceso de selección evolutiva fueron mostrando características defensivas. No se sabe si estas sustancias representan un producto final del metabolismo o si son resultados intermedios dentro de una ruta metabólica. La verdad es que son potentes autotóxicos para los cuales existen diferentes sistemas de detoxificación (Seigler y Price, 1976).

La liberación de estas sustancias en el medio ambiente tiene lugar de diferentes maneras:

1. Exudaciones volátiles desde partes vivas de la planta
2. Lavados, mediante las lluvias, de sustancias solubles producidas por la parte aérea de la planta
3. Exudados radiculares
4. Sustancias liberadas y lavadas durante la descomposición de tejidos vegetales
5. Subproductos de la descomposición por microorganismos

Para que estas sustancias actúen deben acumularse a niveles tóxicos, perdurar algún tiempo o producirse continuamente. No basta con que las sustancias sean fitotóxicas o repelentes, sino que deben existir condiciones propicias para su acumulación.

Y aún cuando la producción de alelopáticos es muy importante en los ecosistemas, no se conocen actividades selectivas en este sentido. Tampoco se sabe si son producidas por casualidad o por presión especial, lo que se sabe es que se producen y desaparecen rápidamente.

Estudios recientes han demostrado que hay cierta especificidad en la capacidad para producir sustancias alelopáticas. Ciertas razas de Cucumis sativus y Avena sativa tienen mayor capacidad que otras razas para reducir el efecto competitivo de algunas malezas. Se podría entonces tratar de manipular el fenómeno para lograr ventajas agronómicas (Lockerman and Putnam, 1978).

Un aspecto agronómico por el cual es de interés particularmente el fenómeno de la alelopatía es por su aplicación en el manejo de las malezas. Desde tiempos remotos existe información sobre la producción de sustancias alelopáticas por muchas malezas, bien sea generadas por sus semillas, durante su crecimiento o después de muertas.

Los siguientes podrían ser algunos de los temas de interés para el estudio de la alelopatía en las malezas: a) su efecto sobre los cultivos; b) desequilibrio en poblaciones de malezas y c) la caracterización de las sustancias producidas.

La información sobre los efectos alelopáticos generalmente se basa en observaciones sobre: a) producción de cultivos en ciertos tipos de suelo, b) las coberturas con residuos de cosecha o barbechos empleadas en las calles de algunos cultivos; c) algunos sistemas de rotación de cultivos; d) la resiembra de frutales en su antiguo sitio; e) la siembra de monocultivos; f) las resiembras

forestales. En la mayoría de estos casos no se sabe si el efecto alelopático sobre las plantas se debe a la acción directa de las sustancias liberadas o al daño de patógenos. De todas maneras, la posibilidad del daño al cultivo en los casos referidos ha sido la razón para que se deban hacer cambios en las prácticas agrícolas (Rice, 1984).

En condiciones tropicales es frecuente hacer resiembras o cambios de cultivo y algunos agricultores se cuidan de resembrar cultivos de frijol inmediatamente después de fracasar por efectos del clima en la primera siembra.

En los casos señalados las pocas plantas del cultivo que germinaron inicialmente, se incorporan mediante una acción superficial durante la preparación del terreno para la nueva siembra, la que según los agricultores debe hacerse unos ocho días después para evitar el efecto dañino que se podría presentar en la germinación y crecimiento del cultivo. Sobre este tipo de alelopatía de frijol contra frijol el autor realizó algunos estudios demostrativos en CIAT, Colombia, sin que se pudiera notar dicho efecto.

Es importante recalcar las variables que puedan influir en los resultados, ya que las sustancias del metabolismo secundario son muy sensibles a las condiciones climáticas presentes durante el crecimiento de la planta y a su edad fisiológica. Los experimentos realizados bajo condiciones normales de lluvias o con riego, no son los mismos que motivan al agricultor a resembrar y por lo tanto los resultados en cuanto a sustancias alelopáticas pueden ser diferentes.

Se considera que la principal forma de manifestación de la alelopatía es mediante la liberación de sustancias tóxicas producidas durante la descomposición de residuos agrícolas. Muchos de los productos del metabolismo secundario permanecen en los residuos vegetales y son liberados con la ayuda de las labores de preparación del terreno, por la acción de las lluvias o de los microorganismos. Se podría generalizar diciendo que ninguna de las otras formas de liberación de sustancias del metabolismo secundario tienen tanto efecto en el crecimiento de las plantas como las producidas mediante el lavado de residuos de cosecha o liberados por acción de microorganismos durante la descomposición de estos residuos (Rice, 1984).

El efecto de las secreciones radiculares, aunque más difíciles de demostrar, también se han indicado como responsables de estimular o inhibir el desarrollo de algunas plantas. Así por ejemplo es el caso de las secreciones radiculares de algunas malezas, las cuales afectan el crecimiento del cultivo de arroz. También se estableció este mismo tipo de efecto lo mismo que autotoxicidad en la maleza Convolvulus sepium contra plantas de trigo (Quinn, 1974) y de algunas variedades de arroz contra otras, sin que se presentara autotoxicidad (Sadhu and Das, 1971).

En una investigación realizada en Colombia, para estudiar la eficiencia de algunos herbicidas en el control de malezas en sistemas maíz y frijol, en suelos de alto contenido de materia orgánica (27%), se apreció la acción alelopática de los residuos de una maleza al ser esta incorporada al suelo. En el lote experimental había un gran predominio de la maleza Polygonum persicaria L. Cuando por circunstancias experimentales una franja del campo con la maleza se incorporó en época de plena floración, se notó un gran efecto alelopático sobre la población de las malezas, incluyendo la misma especie incorporada. A los veinte días cuando se hizo la primera evaluación de los tratamientos, la franja de terreno

donde se había incorporado la maleza florecida, el control total de malezas era de un 75%, superior a algunos de los herbicidas que se estaban investigando. Para el recuento siguiente, el efecto de incorporación de la maleza ya había desaparecido por completo, presentando una población normal de malezas (observación del autor, no publicada).

LA INVESTIGACION DE SUSTANCIAS ALELOPATICAS

Para el análisis de cualquier planta sospechosa de producir sustancias alelopáticas, deben probarse las secreciones foliares, exudados radiculares, residuos, suelo donde crecieron las plantas en estudio, extractos de hojas, cortezas o raíces; y productos de descomposición por microorganismos.

Toda esta serie de variables en el donante; la edad o época cuando se producen las sustancias; los factores que intervienen en su formación y acumulación; y los bioensayos para determinar en que forma el receptor es afectado, dan la base para una amplia gama de técnicas de investigación en el área de la alelopatía (Putnam y Duke, 1978) es una fuente recomendable de información bibliográfica sobre el tema.

El método más simple consiste en la inmersión en agua por variados períodos, de la parte vegetal que se desea estudiar, bien sea fresca o seca, y luego hacer bioensayos con el filtrado producido. Generalmente estos bioensayos se realizan en platos de petri, en suelo o en soluciones nutritivas. La práctica de ayudar la extracción mediante la trituración de las partes en estudio, no es confiable por el temor a que durante la maceración las células de los tejidos en estudio sufran daños y puedan liberar al medio sustancias ricas en enzimas, azúcares, compuestos nitrogenados, ácidos orgánicos, sales, aminoácidos, los que pueden ser tóxicos a las plantas. Además, cuando se destruyen las células de un tejido verde, se alteran los procesos metabólicos que son básicos en las actividades alelopáticas. De esta manera se reduciría la oportunidad para detectar la presencia de ellas en los extractos acuosos. La práctica de maceración suave puede ser de utilidad, principalmente cuando se trabaja con tejidos secos. Igualmente pueden ser de provecho los bioensayos simultáneos con la extracción.

Otros sistemas de extracción incluyen el empleo de agua hirviendo, el autoclave o el uso de solventes orgánicos. Con los dos primeros se aumenta la difusión de las sustancias químicas en el agua de extracción y a la vez se eliminan los posibles inconvenientes con microbios. Los solventes orgánicos ayudan a la extracción de un mayor número de sustancias. Como estos métodos implican la muerte del tejido o el trabajo con tejidos muertos, los resultados no son necesariamente los mismos que se obtienen cuando se trabaja con el tejido vivo. Estos métodos serán válidos cuando las sustancias alelopáticas son el producto final de un proceso metabólico que logre acumularse en el tejido estudiado.

Para estudiar sustancias que se producen continuamente, durante el crecimiento de la planta, y que puedan liberarse de la parte aérea mediante el lavado con las lluvias o el rocío, generalmente se acostumbra a rociar suavemente el follaje de estas plantas y atrapar dicha agua para hacer con ella los bioensayos en platos de petri, soluciones nutritivas, suelo o arena.

Otro campo de investigación interesante con alelopáticos se presenta cuando estas sustancias son producidas mediante secreciones radiculares durante el crecimiento de las plantas. Para estas investigaciones se usan varios métodos: a) cultivar la planta en agar y posteriormente analizar ese agar para la presencia de las posibles sustancias activas; b) sembrar en arena la planta donante y la receptora y antes de que se presente competencia analizar en la planta receptora el posible efecto de las sustancias producidas; c) cultivar la planta donante en arena por un tiempo, lavar posteriormente esa arena con agua y con esta agua hacer los bioensayos en cajas de petri, suelo o arena; d) cultivar en materos individuales con arena las plantas donantes y las receptoras y luego colocarlas alternadamente en el sistema conocido como de "escalera". En este sistema una solución nutritiva fluye por gravedad desde un recipiente superior, a través de los materos donde se alternan individualmente las plantas donantes y receptoras. Al final la solución llega a un recipiente desde donde se vuelve a recircular en el sistema (Bell y Koepe, 1972).

Cuando se trata de evaluar el efecto alelopático de las sustancias liberadas por los tejidos vegetales muertos o producidas durante su descomposición, la metodología es más simple, pero el análisis de la información obtenida es más difícil. Basta con poner o mezclar los residuos de la planta donante con el suelo donde se van a hacer los estudios. Luego, a diferentes intervalos se siembran las plantas receptoras. Se puede trabajar con suelo esterilizado para descartar la participación de los microorganismos o dejarlos actuar en la descomposición de los residuos. Posteriormente se aíslan para analizar en ellos la presencia de subproductos de su metabolismo con posibles sustancias alelopáticas.

En los trabajos con residuos vegetales se presentan dificultades de análisis porque no es fácil determinar si las sustancias producidas son liberadas por los tejidos vegetales, por los microorganismos o si son debidos a una interacción entre los dos.

En los estudios con sustancias alelopáticas gaseosas generalmente se mide su efecto sobre la germinación de las semillas de las plantas potencialmente involucradas. En estos trabajos, únicamente las emanaciones gaseosas producidas por el donante entran en contacto con las semillas de las plantas receptoras.

LA ALELOPATIA EN EL MANEJO DE MALEZAS

Hasta ahora la gran mayoría de las investigaciones sobre el fenómeno de la alelopatía tienen solo implicaciones cualitativas, es decir, indican la producción, por parte de una especie, de una sustancia química que inhibe de alguna manera el crecimiento o desarrollo de otra especie conocida como receptor. Pero falta mucho por definir y medir en este campo. Es necesario identificar las sustancias producidas, sus cantidades, las condiciones que favorecen su producción, la forma de actuar y las rutas metabólicas involucradas tanto en el donante como en el receptor. Muy importante igualmente y quizá el aspecto que más interesa desde el punto de vista práctico, es el conocimiento de la participación de las condiciones bióticas (organismos asociados) y abióticas (suelo y clima) que bajo condiciones naturales participan en la manifestación del fenómeno alelopático (Rice, 1984).

El hecho de que algunas especies de malezas produzcan alelopatía contra otras ofrece una oportunidad para ayudar, aún con el uso de sustancias químicas, al manejo de la población de malezas en un área determinada, fomentando la competencia interespecífica, evitando la dominancia de algunas especies nocivas y buscando la presencia de "buenas malezas".

Se espera que la alelopatía tenga en un futuro cercano una activa participación en las prácticas agronómicas del control de malezas. La posibilidad de manipular el fenómeno en cultivos o sistemas de cultivos debe ser un tema de cuidadosas investigaciones, principalmente en el trópico, no solo por un interés académico sino por su utilidad práctica.

Existe información valiosa sobre estudios e investigaciones propuestas para la utilización de las sustancias del metabolismo secundario de las plantas en beneficio de ellas mismas, al proteger las cosechas de los insectos, de los nemátodos, de las enfermedades y de las malezas. Las sustancias alelopáticas pueden ofrecer gran potencial en el área de la fitoprotección y ser un elemento importante en el manejo integrado de plagas.

En el área de las malezas es posible la utilización de los compuestos alelopáticos para inhibir la germinación de las semillas, reducir su crecimiento o prevenir la formación de sus propágulos.

Algunos autores han pensado en la posibilidad de incorporar en los cultivos la característica genética de producir alelopáticos para que tengan ciertas ventajas competitivas contra algunas especies de malezas. Es posible desarrollar cultivos que liberan koalinas con actividad herbicida. Igualmente los cultivos se pueden asociar con otras especies, las que mediante la producción de alelopáticos, le ayuden al cultivo a defenderse de las malezas, sin que ellos sean perjudicados (Rice, 1984).

Las sustancias tóxicas generadas por los residuos de algunas cosechas pueden tenerse en cuenta en los programas de rotación de cultivos como una ayuda en el manejo integrado de las malezas. Muchas de estas sustancias tóxicas pueden proteger al cultivo al reducir la población de malezas que le puedan competir.

La utilización de coberturas muertas entre las calles de un cultivo utilizando ciertas partes de otras plantas, también ofrecen posibilidades de ayuda para proteger el cultivo de determinado tipo de plagas.

Dentro de la genética de la alelopatía se han adelantado algunos trabajos y en casos como el de la avena hay materiales con potencial para reprimir el crecimiento de algunas malezas, posiblemente mediante la liberación de sustancias tales como escopoletín. Similares efectos se han indicado en trabajos con el cultivo del pepino pepino (Lockerman and Putnam, 1978).

El efecto alelopático se produce no solamente durante el crecimiento del cultivo. También el desarrollo de cultivos precedentes puede afectar en un futuro la población de las malezas.

Las semillas de la maleza Striga asiática pueden ser inducidas a germinar en concentraciones de 10^{-15} M de estrigol. Esta sustancia es producida mediante secreciones radiculares de algunas plantas hospedantes de la parásita. Las

inyecciones de etileno han sido eficientes para promover abundante germinación de la estriga antes de que el cultivo hospedante se siembre, en esta forma se facilita la destrucción de la maleza (Eplee, 1975).

La maleza parásita de raíces de varios cultivos, Orobanche spp. causa grandes pérdidas en numerosos cultivos, principalmente en las leguminosas en el sureste Europeo y algunas solanáceas en la India. Las semillas de esta maleza pueden permanecer por más de dos años en el suelo y generalmente germinan por el estímulo de ciertas sustancias liberadas por las raíces de algunos cultivos como el maíz, la pimienta y el trébol, los cuales no son hospedantes de la parásita. Por esta razón se usan para promover la germinación del Orobanche y reducir así su número en el suelo. Resultados similares se han logrado con cultivos de cowpea y soya los cuales promueven la germinación de las semillas de Striga, sin ser hospedantes de esta parásita (Rice, 1984).

Un buen ejemplo del empleo de la genética para buscar resistencias al ataque de las malezas se ve con las parásitas Orobanche spp. y Striga spp. En varios cultivos hospederos de estas malezas se han encontrado diferencias genéticas relacionadas con su susceptibilidad a ellas.

En el trópico además de las posibilidades de encontrar germoplasma nativo sin protección especial, existen otras condiciones muy propicias para el estudio y aplicación de la alelopatía. Entre estas, la existencia de muchos pequeños agricultores, la práctica tradicional de una agricultura de sistemas, la presencia de especies o cultivos perennes que crecen todo el año y la menor utilización de la tecnología agrícola moderna que busca simplificar al máximo los agrosistemas.

Algunas de las estrategias propuestas para el aprovechamiento de la alelopatía en el manejo de malezas incluyen: a) desarrollar cultivos que produzcan sustancias con acción herbicida; b) buscarle "buenos socios" a la planta cultivada, para que produzcan por ella las sustancias tóxicas; c) establecer programas especiales de rotación que propicien un ambiente hostil a las malezas mediante la generación de sustancias tóxicas.

En algunas regiones de Costa Rica los agricultores han utilizado por muchos años árboles de la familia de las leguminosas como "buenos socios" para sus cultivos y recientemente se está estudiando la participación de estos árboles como fuente de nutrimentos para el cultivo. Se han hecho algunas investigaciones sobre el efecto alelopático de los extractos de hojas y tallos del Gliricidia sepium, ("madero negro") sobre algunas malezas y cultivos. Esta especie es una de las que se están estudiando como fuente nutricional para algunos cultivos asociados. Sería conveniente entonces hacer estudios más detenidos sobre el posible efecto alelopático de Gliricidia sepium sobre los cultivos con los cuales se busca asociar y sobre las malezas, insectos y patógenos más frecuentes en estos cultivos. Los estudios seguramente darán buena información sobre el manejo adecuado del follaje de esta especie (Obando, 1987).

LITERATURA CITADA

- BELL, D.T.; KOEPPE, D.E. 1972. Noncompetitive effects of giant foxtail on the growth of corn. *Agron. J.* 64:321-325.
- EPLEE, R.E. 1975. Ethylene: A witch weed seed germination stimulant. *Weed Science.* 23:433-436.
- FRAENKEL, G. 1983. The "raison d'être" of secondary plant substances. *Science* 129:1466-1470.
- LOCKERMAN, R.H.; PUTMAN, A.R. 1979. Evaluation of Allelopathic Cucumbers (Cucumis sativus) as an aid to weed control. *Weed Science* 27(1)54-57.
- OBANDO GUERRERO, L. 1987. Potencial alelopático de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud sobre los cultivos de maíz y las malezas predominantes. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica. UCR-CATIE, Departamento de Producción Vegetal. 115 p.
- PUTNAM, A.R.; DUKE, W.B. 1978. Allelopathy in agroecosystems. *Ann. Rev. Phytopathol.* 16:431-451.
- QUINN, J.A. 1974. Convolvulus sepium in old field succession on the New Jersey Piedmont. *Bull. Torrey Bot. Club* 101:89-95.
- RICE, E.L. 1984. *Allelopathy* 2nd. New York, Academic Press. 422 p.
- SADHU, M.K.; DAS, T.M. 1971. Root exudates of plants I. Analysis of root exudates of barley and wheat in their initial phases of growth. *Plant Soil* 21:231-248.
- SEIGLER, D.; PRICE, P.W. 1976. Secondary compounds in plants: primary functions. *The American Naturalist* 11:101-104.
- WHITTAKER, R.H.; FEENY, P.P. 1971. Allelochemics. *Chemical Interactions Between Species.* *Science* 171:757-770.

AGRICULTURA, SALUD PUBLICA Y CONSIDERACIONES AMBIENTALES:

APLICACION DE PLAGUICIDAS

Freed, V.H.*

Fowler Jr., H.W.**

RESUMEN

Este capítulo trata sobre métodos de aplicación eficaz y segura de plaguicidas. Enfatiza la importancia de seguir las instrucciones de las etiquetas de plaguicidas como base para la prevención de intoxicación humana y contaminación del ambiente. Comenta sobre la selección del producto químico y su formulación apropiada; el uso de equipo adecuadamente diseñado; y la aplicación de productos químicos en condiciones climáticas deseables. La adopción de procedimientos correctos para reducir marcadamente los riesgos de plaguicidas y asegura la obtención de resultados por uso de plaguicidas sin interrupción de otras prácticas agropecuarias.

* Director, Environmental Health Sciences Center, Oregon State University.

**Research Professor Agromedicine, University of Miami.

Reproducción, con autorización de los editores, del Capítulo XIII de: Un enfoque agromédico sobre manejo de plaguicidas; algunas consideraciones ambientales y de salud. Washington, D.C., OPS/OMS; Consorcio para la Protección Internacional de Cultivos. Berkeley, California.

INTRODUCCION

Existen dos razones determinantes para la aplicación adecuada de plaguicidas. Primero, el material es costoso y el uso indebido reporta muchos gastos. Puede desperdiciarse material, como es el caso de aplicación excesiva, o fracasar en el control de la plaga debido a mala elección del momento, mala distribución y dosificación inadecuada. La segunda razón que demanda aplicación adecuada y cuidadosa es que estos materiales son biocidas potentes. El uso indebido o descuidado del material puede causar exposición de humanos, destrucción o lesión a organismos benéficos o económicamente importantes, o finalmente causar contaminación ambiental indeseada (Green, *et al.*, 1977; Matthews, 1979).

El no aplicar los plaguicidas adecuadamente, en consecuencia, puede exacerbar uno o más de los cuatro problemas básicos del manejo agromédico de plaguicidas. Puede ocasionar exposición humana, producir residuos indeseados, contribuir al desarrollo de resistencia o plantear un problema de desecho. Por otro lado, el uso y la aplicación correcta minimizan el potencial de estos problemas, ocasionan control eficaz de plagas, logrando así la producción deseada de alimentos y protección sanitaria.

La aplicación adecuada para manejo seguro, eficaz y económico de plagas comprende la consideración de varios factores (Coppedge, *et al.*, 1975; Dejonckheere, *et al.*, 1976; Green, *et al.*, 1977; Matthews, 1979). Con alta prioridad en la lista de consideraciones importantes está la selección del producto químico y formulación apropiada para uso en el cultivo y la plaga a controlarse. Esto considerará no solamente la eficacia del plaguicida sino también su seguridad, facilidad de aplicación, y en algunos casos, si deja residuos que serían indeseables para el cultivo siguiente.

El próximo elemento a evaluarse es cuál es el mejor método y momento para la aplicación, considerando topografía, clima, cercanía al agua, protección de humanos y organismos deseables, así como cultivos adyacentes (NAS 1975; Manual de Prácticas Seguras, 1980). Además el método de aplicación puede incidir sobre el depósito residual en el área tratada en eficacia de control y residuos que pueden persistir (Green, *et al.*, 1977; Manual de Prácticas Seguras, 1980). Otros factores en la creación de aplicación segura y eficaz comprenden el tamaño de área a tratarse, el tiempo disponible para tratamiento, el tipo de portador--si es rociado, y la logística de transportar tanto el equipo como el producto químico al área a tratarse.

Este capítulo no intenta tanto ser un tratado técnico sobre técnicas de aplicación, sino más bien pretende recordar al lector algunos de los puntos importantes en la aplicación y en la observación de procedimientos seguros, orientados al manejo eficaz de plagas. Los fabricantes de equipos y productos químicos así como los distribuidores proporciona información específica sobre las prácticas recomendadas para su producto. Además, existen numerosos artículos y libros técnicos que tratan detalles del equipo y su uso al aplicar plaguicidas.

FORMULACION Y METODOS DE APLICACION

Cuando se ha determinado que el manejo de plagas requiere la aplicación de plaguicidas, una de las primeras decisiones sobre aplicación adecuada es seleccionar el producto químico y la formulación apropiada para el cultivo, la plaga

a controlarse, y el área en que se empleará. La seguridad del material para los humanos y el ambiente, así como la economía de uso, son dos principios que se emplean en la selección de un producto químico y su formulación (Collins, 1974; Green *et al.*, 1977). El tercer elemento en consideración puede ser seleccionar un producto químico diferente del que se había empleado en ciclos previos de cultivo para atenuar o desacelerar el desarrollo de la resistencia. A veces, no es posible observar este último punto por causa de la variedad limitada de materiales disponibles para control de ciertas especies (NAS, 1975).

Al seleccionar un producto químico para un problema dado de plagas, es deseable evaluar las propiedades químicas y biológicas del plaguicida, la biología de la plaga, y la relación de estos elementos con las condiciones en que se empleará el material. Un producto químico que persiste mucho más de lo que se requiere para control puede ocasionar residuos indeseables en el cultivo o el suelo, afectando así el cultivo subsiguiente o convirtiéndose en contaminante ambiental. Por otro lado, si se está intentando controlar, por ejemplo, una maleza perenne a través de un esterilizante del suelo, es esencial una persistencia de duración suficiente para matar a la planta. No obstante, otra característica del producto químico que puede ser importante es su volatilidad (Que Hee y Sutherland, 1974). Si el producto químico es particularmente volátil, bajo condiciones de calor puede perderse tan rápidamente como para ser bastante menos eficaz que un producto químico de volatilidad algo menor pero actividad biológica inferior. Así adquiere significatividad en manejo seguro y eficaz de plagas el armonizar el producto químico y las propiedades biológicas del material con la biología del organismo y las condiciones de aplicación. Ello puede permitir menos aplicaciones y menor tendencia al exceso de aplicaciones.

El equipo para aplicación en su mayor parte es determinado por la formulación escogida, (Matthews, 1979). Así, con líquidos (excepto fumigantes) el método común de aplicación es la rociada. Por otro lado, las formulaciones sólidas como pulvos y gránulos requieren un equipo de aplicación diferente.

Las formulaciones líquidas incluyen variedad de tipos, desde materiales solubles en solución a concentrados emulsionables hasta preparaciones fluídas que pueden ser productos químicos finamente molidos y en suspensión o productos microencapsulados (Collins, 1974; Dejonckheere, *et al.*, 1976). Además, puede haber una variedad de aditivos que se emplean para mejorar la aplicación, la adherencia y reducir pérdidas después de la aplicación de rociados.

El polvo humectable es una formulación -no un líquido que se aplica como rociado. Esto, se recordará, es una formulación donde el ingrediente activo se deposita en un polvo, y se incorpora al mismo un agente humectante y de dispersión para que el material se suspenda en agua para el rociado.

Las formulaciones granulares consisten en un ingrediente activo impregnado con gránulos de materiales apropiados. Los gránulos pueden ser de tamaño variado desde muy pequeños hasta el tamaño de una semilla de soja, según el producto químico y su forma de empleo. Las formulaciones granulares usualmente se diseñan para aquellos productos químicos que son activos a través del suelo (Coppedge, *et al.*, 1975) o que pueden ser sistémicos, siendo recogidos por las raíces de la planta y transportados a la parte superior. Como los polvos, los gránulos pueden aplicarse con equipo manual muy elemental hasta un equipo mecánico adecuadamente diseñado. Una de las ventajas del material granular es que el movimiento durante la aplicación se minimiza y también las pérdidas por

volatilización del producto químico. Los gránulos frecuentemente se emplean para aplicación en franjas o surcos antes de sembrar. Nuevamente, con un ingrediente activo dado, la formulación granular tendrá un margen algo más grande de seguridad en cuanto a toxicidad humana que un material comparable en forma de líquido (Manual de Prácticas Seguras, 1980).

El agua es un portador común para aplicación de rociados, pero en otros casos, particularmente aplicación de bajo y ultra bajo volumen de ciertos insecticidas, el aceite puede ser el portador de elección. Las aplicaciones de rociados se dividen a grandes rasgos en aplicaciones de alto volumen que puede ser 500 litros o más por hectárea; aplicaciones de bajo volumen que pueden estar más en el rango de 50 a 75 litros por hectárea; hasta las aplicaciones ultra bajas de volumen que pueden ser tan reducidas como un litro por hectárea (Matthews, 1979). Una aplicación líquida bastante especializada es la de aerosoles. Los aerosoles se presentan tanto en envases pequeños familiares presurizados de uso doméstico, como en generadores grandes de niebla empleados a menudo para el control de mosquitos.

Los polvos son elementos finamente molidos, usualmente arcilla, sobre los que se ha depositado el plaguicida. Las concentraciones de ingrediente activo pueden variar de 5 por ciento o menos hasta llegar a un 20-25 por ciento. Los polvos pueden aplicarse manualmente empleando equipo tan simple como un paño, una lata para mezclar o pulverizadores manuales para áreas limitadas, o se pueden emplear pulverizadores mecánicos para tratar áreas mayores. Los polvos, aunque son cómodos para transportar y no requieren portador adicional, tienen ciertas limitaciones para aplicación por dispersión. En primer lugar, los polvos son relativamente más difíciles de controlar en una aplicación que un rociado correctamente formulado o que los gránulos. Además, mientras que los polvos pueden dar más seguridad a un ingrediente activo en lo que respecta a la toxicidad humana, al mismo tiempo ocasionan una actividad biológica algo inferior al ingrediente activo que requiere una cantidad levemente mayor de aplicaciones para lograr el mismo grado de control de plagas. Por otro lado, los polvos son cómodos porque vienen listos para usar, pueden aplicarse con un aparato relativamente simple, y son útiles para tratamientos localizados, por ejemplo, unas pocas plantas en un jardín (Green, et al., 1977; Matthews, 1979).

En la aplicación misma, hay varios factores que inciden sobre la seguridad y eficacia del tratamiento. Existen pérdidas en el uso de plaguicidas debido, en parte, a factores ambientales y en parte a formulación y método de aplicación, que pueden incidir tanto sobre la seguridad como en la eficacia de un tratamiento. Son elementos como el portador y los aditivos en la formulación, la presión y tipo de válvulas empleadas en una rociada, y naturalmente factores ambientales como temperatura, viento, humedad relativa y precipitación pluvial (Djonckheere, et al., 1976; Green, et al., 1977). Los rociados y polvos tienen mayor probabilidad de ir a la deriva con el viento que los gránulos simplemente por causa de la diferencia en el tamaño de partícula. Sin embargo, en el caso de los rociados, el uso de válvulas de tamaño apropiado y una presión tan baja como sea compatible con la operación correcta de la válvula asegurará gotas más grandes, y en consecuencia menos movimiento (Akesson, et al., 1974; Akesson, et al., 1972; Matthews, 1979). Con los pulverizadores mecánicos, se ha desarrollado equipo para reducir el problema de movimiento y polvo. En efecto, tanto en rociadores como en pulverizadores, se han incorporado dispositivos electrostáticos para colocar una carga en la partícula provocando así una atracción a la superficie de la hoja, lo que asegura un mejor depósito y menos dispersión.

Es importante, naturalmente, tener un depósito apropiado, particularmente donde se están tratando superficies de plantas. Cuando un insecto es relativamente sedentario, o en el caso de un rociado de contacto para control de malezas, es necesario una cobertura minuciosa. Por otro lado, si el material es de acción sistémica, el depósito de unas gotas grandes, aunque estén bastante dispersas, puede ser igualmente eficaz. Para lograr una distribución más uniforme del depósito, pueden emplearse agentes activos superficiales.

Siempre debe prestarse gran atención a las condiciones del tiempo. Los vientos provocan que las partículas de plaguicida se distribuyan parejamente y promueven dispersión lejos de las áreas a las que estaba orientado el tratamiento. En general, es deseable hacer aplicaciones cuando el viento está relativamente quieto y durante las horas más frescas del día. Esto naturalmente no siempre es posible, y en algunos casos no es aplicable. Sin embargo, debe recordarse que con un aumento de viento hay mayor dispersión y también una mayor rapidez de evaporación del portador que agrava aún más el problema de dispersión (Matthews, 1979; Que Hee y Sutherland, 1974). En general se recomiendan las reglas siguientes:

1. Las aplicaciones de plaguicidas en tierra no deben hacerse en presencia de vientos de más de 10-15 millas por hora (m.p.h.). (16-24 Km por hora).
2. Las aplicaciones aéreas deben aplazarse cuando los vientos son mayores de 6 a 8 m.p.h. (9.6-13 Km por hora).
3. Los herbicidas fenoxi (por ejemplo 2,4-D) nunca deben aplicarse con vientos laterales en dirección a plantas sensibles a las que no está dirigido el tratamiento.
4. El tratamiento debe aplazarse si la lluvia es inminente. La precipitación que sigue poco después del tratamiento puede reducir significativamente la eficacia de plaguicidas.

Considere el tema de la dispersión del plaguicida durante la aplicación. Todo material que no alcance el área programada de tratamiento es ineficaz y en consecuencia un desperdicio así como un contaminante potencial del ambiente. La dispersión, naturalmente, se debe en parte a factores ambientales, por ejemplo viento, técnica de aplicación, pero quizás a un grado no apreciado puede deberse a la misma formulación. Las partículas, especialmente las de rociado, menores de 100 micrones de diámetro, tienen mucha probabilidad de dispersarse fuera del área programada incluso con una incidencia muy leve de viento. Hasta cierto punto, las modificaciones del volumen de aplicación, el portador, la presión y la válvula controlan el tamaño de la gota. Sin embargo, un factor que puede ser de alguna importancia es la vaporización del portador con la gota, provocando que sea de mayor diámetro y en consecuencia, mayor tendencia a la dispersión. El problema aquí entonces no depende del mismo producto químico sino del portador y la aplicación. Lo que se necesita, entonces, si se estuviera haciendo una aplicación de rociado bajo condiciones de baja humedad relativa y alta temperatura, puede ser un agente en la formulación para asegurar el mantenimiento de un tamaño más grande de gota. Algún trabajo reciente ha revelado varios agentes, notablemente los poliglicoles, que pueden ser eficaces a concentraciones relativamente bajas efectuando precisamente esta tarea. Para ilustrar más plenamente el problema de evaporación del portador, considerar la información en Cuadro 1 y Figuras 1 y 2.

CUADRO 1. Tasa de Evaporación (H₂O, 86°F, 50% humedad relativa).

Diametro de la gota en micrones	Duración	Distancia de Caída
200	56 segundos	69 pies
100	14 segundos	6 pies
50	3.5 segundos	1.25 pies

Habiendo alcanzado el objetivo que en este caso puede ser la hoja de la planta, el depósito se somete a descomposición fotoquímica, vaporización y en muchas áreas lavado por precipitación intensa. Muchos de los productos químicos que empleamos son particularmente susceptibles a descomposición por luz ultravioleta. Sería de esperar, en consecuencia, que a medida que vamos de la latitud norte hacia los trópicos, el problema de descomposición fotoquímica aumentaría. La razón es la mayor proporción de luz ultravioleta que alcanza la superficie de la tierra debido a una capa más delgada de ozono.

No hemos tenido mediciones de campo que nos digan precisamente cuán grande es el problema de descomposición fotoquímica en cuanto a la persistencia química, pero sin pensar mucho nos damos cuenta que con algunos compuestos puede ser muy importante. En consecuencia, si la descomposición fotoquímica es de importancia particular para el producto químico específico, parecería ser que tendría que formularse diferente para ajustarse a las condiciones variables de luz. Si tenemos agentes para proteger a la piel humana de demasiada radiación ultravioleta, parecería también factible desarrollar una formulación que contenga un agente para proteger al plaguicida de la radiación.

La pérdida de depósito químico a través de volatilización, particularmente dentro de las primeras horas de depósito, es probablemente apreciable (Green, et al., 1977). Para ilustrar los índices relativos de pérdidas de vapores de compuestos diferentes se ha elaborado el Cuadro 2. Como puede observarse en esta información, las pérdidas pueden ser muy sustanciales. Las mismas ocurren durante las primeras horas que siguen a la aplicación antes de que el producto químico haya tenido oportunidad de absorberse en las superficies.

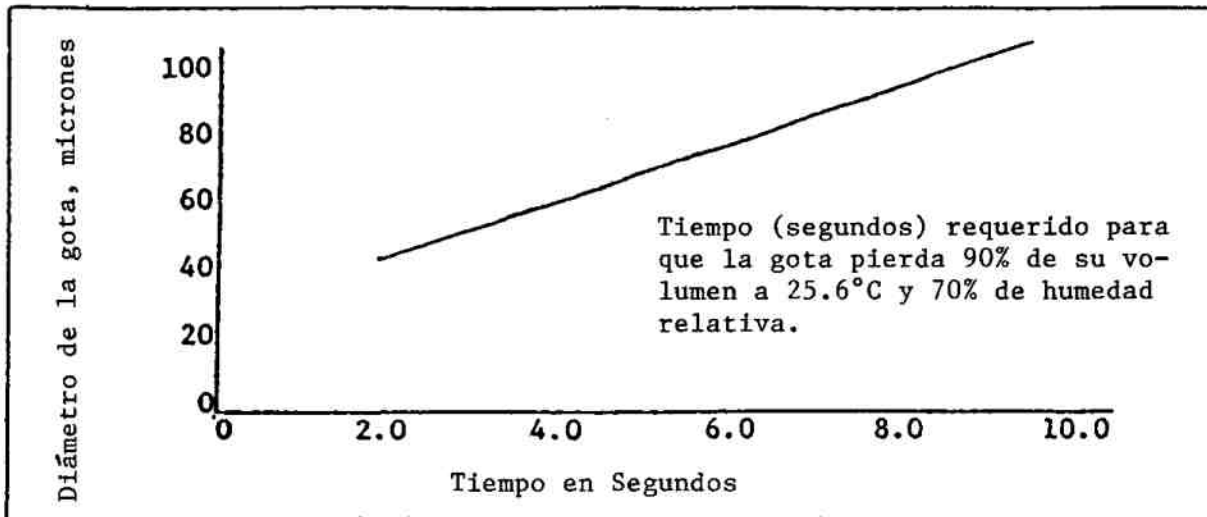


FIGURA 1. Evaporación versus tamaño de gota.

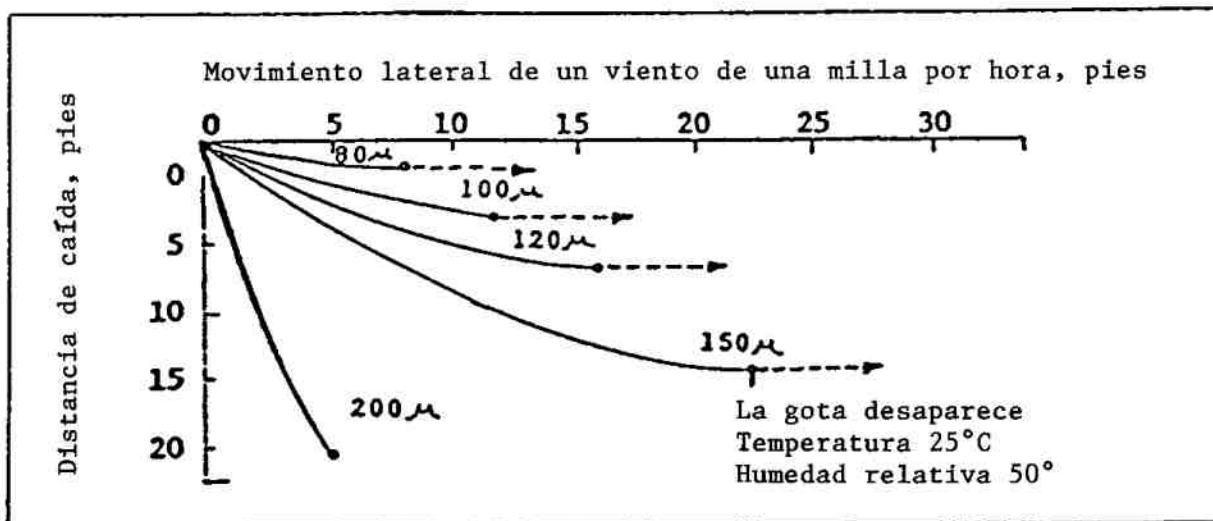


FIGURA 2. En relación de distancia de caída por el aire con movimiento lateral para gotas de agua que caen a velocidad terminal en un viento de una MPH.

CUADRO 2. Indices de evaporación de productos químicos.

(g/cm ² -horas) Compuesto	P (mm Hg)	PERDIDA DE EVAPORACION	
		Experimental	Calculado*
Diclofenti3n (20°C)	5.6 x 10 ⁻⁴	7.8 x 10 ⁻⁷	2.3 x 10 ⁻⁶
Fenitroti3n (20°C)	2.2 x 10 ⁻⁴	2.7 x 10 ⁻⁷	8.7 x 10 ⁻⁷
Malati3n (20°C)	3.4 x 10 ⁻⁴	5.8 x 10 ⁻⁷	1.5 x 10 ⁻⁶
Parati3n (20°C)	3.8 x 10 ⁻⁵	1.7 x 10 ⁻⁷	1.5 x 10 ⁻⁷
Ronnel (20°C)	5.5 x 10 ⁻⁵	9.2 x 10 ⁻⁸	2.3 x 10 ⁻⁷
Dursban met3lico (20°C)	3.4 x 10 ⁻⁵	3.8 x 10 ⁻⁸	1.5 x 10 ⁻⁷
Dicaft3n (20°C)	3.6 x 10 ⁻⁶	~1.5 x 10 ⁻⁸	~1.5 x 10 ⁻⁸

*Q_{cal} = $\bar{\beta}$ P (M/2 π RT)^{1/2}, donde $\bar{\beta}$ es la constante media de evaporaci3n y tiene un valor $\bar{\beta}$ = 1.94 x 10⁻⁵ (\pm 11% S.D.); P es la presi3n de vapor a T de temperatura ($^{\circ}$ K).

En algunas regiones, particularmente las regiones tropicales hmedas, el lavado de un dep3sito es probablemente un mecanismo muy importante de p3rdida. Las 20 a 25 aplicaciones de rociados a menudo empleados en el algod3n en las regiones tropicales tienen el requisito de mantener un dep3sito biol3gicamente eficaz de plaguicidas. Adem3s de la descomposici3n y volatilizaci3n fotoqu3micas, las p3rdidas sustanciales de dep3sito qu3mico se deben a precipitaci3n intensa. Precisamente la intensidad de esta precipitaci3n en regiones tropicales se ilustra en el Cuadro 3. Con alrededor de 12 pulgadas de lluvia en 24 horas no es dif3cil visualizar un lavado casi completo de un dep3sito de plaguicidas en la superficie de la hoja. Si fuera posible dise1ar una formulaci3n que tuviera considerable resistencia al lavado y al mismo tiempo retuviera su eficacia biol3gica, podr3a haber una disminuci3n sustancial en el n3mero de aplicaciones y en consecuencia la cantidad de producto qu3mico requerido para control de plagas. Esto no solamente reducir3a la p3rdida de plaguicidas -lo que redundaba en mayor eficacia- sino que tambi3n tendr3a el beneficio de reducir la incidencia de toxicidad humana y el problema de contaminaci3n ambiental.

CUADRO 3. Precipitación.

	24 hrs (mm)	Anual (mm)
San Salvador	321 (normal en junio)	1,778
Concordia, Kansas	164 (Mayo)	644

(Reconocimiento Mundial de Climatología, Almanaque Meteorológico)

APLICACION Y EQUIPO

Hay una gran variedad de equipos disponibles para aplicación de plaguicidas (Akesson, et al., 1974; Akesson, et al., 1972; Matthews, 1979). Puede variar desde dispositivos simples tales como envases con tapas perforadas para agitar un polvo o gránulo en pulverizadores simples y rociadores sostenidos manualmente hasta equipo mecánico complejo para aplicación tanto terrestre como aérea. Gran cantidad de plaguicida es aplicado con un equipo llevado por una persona o sostenido manualmente, particularmente en áreas pequeñas o en control de vectores para salud pública. El tipo de equipo disponible varía de país a país según la fuente de suministro o fabricantes locales. La siguiente no pretende ser una lista completa de los diferentes tipos de equipo sino una mera ilustración de algunos de los tipos disponibles.

En primer lugar, naturalmente, están los elementos del equipo de aplicación que son llevados individualmente. Para aplicación de líquidos existe una variedad de rociadores sostenidos manualmente o transportados por personas. Entre ellos:

Bomba de rociado. Este tipo de rociador tiene una bomba interna para comprimir el aire que suministra potencia para la rociada. Dicho rociador, llevado al hombro o en la espalda, puede ser equipado con diferentes tipos de válvulas o inclusive aditamentos cortos con tres o cuatro válvulas para cubrir una hilera, como puede desearse al rociar un cultivo como el arroz. Es importante con este tipo de rociador, como también con el próximo a describirse, que el orificio de llenado, las mangueras y cualquier cañería o conexión de válvula sea firme para evitar la exposición del operador a la mezcla de rociado.

Rociador tipo mochila. El rociador tipo mochila depende de una bomba interna o externa, operada de continuo manualmente, para desplazamiento del líquido de rociado. Es un tipo de rociador muy empleado ya que el operador tiene control continuo del desplazamiento o presión de rociado. Como se indicara anteriormente, el equipo necesita ser examinado cuidadosamente para prevenir fugas o derrame de aberturas para evitar así la exposición del operador.

Aplicadores controlados de gota. Los aplicadores controlados de gota son relativamente nuevos en el ámbito del rociado. Básicamente constan de un disco

que gira rápidamente impulsado por pilas de linterna. Este equipo aplica el producto químico a un volumen muy bajo mediante un disco giratorio, que produce un tamaño muy controlado de gota. Aunque requieren un poco más de atención en su mantenimiento y un suministro continuo de baterías para su funcionamiento, estos rociadores están popularizándose mucho pues proporcionan una aplicación algo controlada, requieren bajos volúmenes de portador y permitirán que una sola persona cubra un área bastante grande en un día.

Nebulizadores cargados en la espalda. Usualmente es impulsado por un motor a gasolina pequeño y liviano, y se emplea en aplicaciones de volumen ultra bajo. Es útil cuando el plaguicida puede aplicarse en forma de gotas muy pequeñas con el viento del ventilador movido por el motor, impulsando la nebulización hacia el área de tratamiento. El tamaño pequeño de gota asegura una uniformidad mayor de cobertura pero también permite un problema mayor de dispersión del rociado. El nebulizador probablemente se emplea con más frecuencia para aplicación de insecticidas y fungicidas en cultivos vegetativos y arbóreos de lo que se emplearía para aplicación de herbicidas.

Aplicación con paño. La aplicación de un paño saturado con un producto químico sobre una maleza para aplicación controlada está aumentando en popularidad. Durante años se ha sumergido un paño en una solución de producto químico aplicándolo luego en una planta, pero sólo recientemente se han desarrollado dispositivos para aplicación más sistemática con este método. Los dispositivos son usualmente muy simples con un rodillo o pedazo de paño del ancho deseado montado en un tubo hueco en el cuál puede introducirse el líquido. Las perforaciones en el tubo permiten que el producto químico se humedezca a través del paño, donde a medida que se arrastra sobre la planta, entra en contacto con el follaje dejando un depósito de plaguicida. Dispositivos como éste han llegado a ser muy populares para tratamiento entre hileras de cultivos con productos químicos que de otra manera podría dañar el cultivo si lo tocara la dispersión del rociado. La aplicación con paño no solamente permite aplicación selectiva sin dispersión sino que además, a través de la aplicación controlada, reduce la cantidad de producto químico necesario para eliminar el desperdicio.

Del mismo modo que existe gran variedad de equipos -los de mano o los que se cargan en la espalda- también existen diversas maquinarias de tierra para aplicaciones. La maquinaria puede variar desde aditamentos para rociado y pulverización para los tractores muy pequeños hasta los rociadores montados en tractores grandes hasta unidades grandes de rociado con neumáticos de mayor tamaño que lo normal para trabajar en terreno blando o pantanoso. Las unidades pueden constar de:

Rociadores convencionales. Constan de un tanque de rociado y una bomba con control de presión y agitación. Estos pueden ser equipados con variedad de válvulas o varas diferentes para aplicaciones altas, bajas, o ultra bajas (Green, et al., 1977; Matthews, 1979).

Nebulizadores. El nebulizador transportado por tractor no es como el nebulizador cargado en la espalda que tiene un ventilador grande para proporcionar una corriente de aire e impulsar las gotas pequeñas hacia el área de tratamiento. El nebulizador requiere una bomba para bombear el líquido en un chorro de aire que luego se dirige hacia el objetivo.

Pulverizadores. Los pulverizadores mecánicos constan de una tolva especialmente diseñada, usualmente con una barrena, para mover el polvo hacia la válvula de rociado. Nuevamente, se emplea una corriente de aire para impulsar la partícula de polvo hacia el área de tratamiento. Como se indicara anteriormente, algunos de los pulverizadores modernos tendrán dispositivos electrostáticos para cargar la partícula de polvo, asegurando así una mejor deposición.

Aplicadores granulares. El equipo para aplicación de gránulos tiene una semejanza con los pulverizadores puesto que tienen una tolva en donde se carga el material granular y entonces se barrena para distribuirlo a través de aberturas predeterminadas. Las aberturas pueden conducir directamente a un surco abierto en algunos casos, en otros las aberturas proporcionan una aplicación de franjas sobre una fila, o pueden ser para distribución general donde se desea cobertura amplia.

APLICACION AEREA

El equipo para aplicación aérea constituye un campo especializado por sí solo (Akesson, *et al.*, 1974; Akeson, *et al.*, 1972; Matthews, 1979). Se emplean dos tipos principales de aeronave, la de ala fija y el helicóptero. En años recientes, los fabricantes han construido aeronaves de ala fija especialmente para aplicaciones agrícolas. Ya sea en la aeronave de ala fija o el helicóptero habrá un tanque o depósito en que se coloca el producto químico. Entonces se distribuye debajo de la aeronave a través de algún tipo de vara o distribuidor para la aplicación. En aplicaciones de rociados, las configuraciones de las válvulas y la orientación respecto del chorro de aire son importantes para determinar la cobertura y el potencial de dispersión. La aeronave, ya sea de ala fija o helicóptero, puede ser empleada para aplicar rociados, polvos, gránulos, incluso fertilizante, y puede efectuarlo a una velocidad muy rápida.

VALVULAS DE ROCIADO

Los operadores deben prestar especial atención a las válvulas de los equipos de rociado. La válvula y los filtros adosados son componentes especialmente importantes porque son factores de control en la configuración de los modelos de rociado y la tasa de producción de rociado a una presión dada. Existen diversos tipos de válvulas, y puede montarse de varios modos en varas de rociado para lograr los resultados deseados. Las válvulas y filtros deben limpiarse frecuentemente para asegurar que sean operables. Los tipos siguientes de válvulas se usan comúnmente tanto en salud pública como en programas de control para agricultura.

La válvula tipo cono sólido es empleada por los trabajadores agrícolas para producir cobertura completa de plantas en una aplicación sobre la parte superior. Las válvulas de cono también son empleadas por trabajadores de salud pública para larvas de mosquito y tratamiento de vegetación por zonas.

La válvula tipo cono hueco frecuentemente se emplea para larvas de mosquito y tratamiento de vegetación en caso de garrapatas y gorgojos. Las válvulas cono con aberturas grandes se emplean para rociada superficial de suspensiones y otros materiales. Además, las válvulas de cono se utilizan para control general de plagas en jardines.

Las válvulas tipo abanico plano se emplean en situaciones agrícolas para rociada de gran dispersión en forma superpuesta. Se emplean en programas de salud pública para aplicación de insecticidas residuales. Las derivaciones de válvulas tipo abanico plano también se emplean para aplicación de franjas angostas. Además, otro tipo común de esta válvula es una válvula para rociada de gran dispersión con un rociador de campo de baja presión.

Las válvulas de chorro parejo producen un rociado de chorro angosto. Este tipo de válvula es útil para aplicaciones de franjas angostas de productos químicos o inyección de plaguicidas en el suelo. Los trabajadores de salud pública emplean este tipo de válvula para tratamiento doméstico de grietas y fisuras para control de cucarachas, hormigas, chinches, pulgas, etc.

CONTROL Y CALIBRACION DE EQUIPO

Todo equipo a emplearse en aplicación de plaguicidas debe controlarse cuidadosamente y calibrarse antes de usar. Esto asegura no solamente que se aplicará la cantidad adecuada de producto químico sino también la seguridad del equipo al reparar fugas o lugares donde el producto químico puede salpicar. Los fabricantes de equipo usualmente proporcionan información detallada sobre el mantenimiento de todos los equipos, y estas instrucciones deben seguirse cuidadosamente en cuanto a lubricación, operación y mantenimiento del equipo. Debe prestarse atención a mangueras y filtros para verificar que estén funcionando adecuadamente y no tengan fugas. Una limpieza minuciosa del equipo antes del uso, verificando que los filtros estén limpios y funcionen, puede ayudar a evitar tener que limpiar una válvula tapada cuando se está aplicando un producto químico particularmente tóxico.

El equipo debe calibrarse antes de su uso para tener seguridad de aplicar la cantidad correcta de producto químico. En el caso del equipo de rociado, la calibración puede ser tan simple como medir el volumen de líquido de rociado, perfectamente agua o cualquier portador empleado para rociar durante un lapso determinado. Entonces, al conocer el volumen producido por la válvula o la vara y el ancho del recorrido del rociado, es posible calcular la velocidad de recorrido requerida para aplicar la cantidad correcta de producto químico al volumen y presión deseados. Con equipos manuales es a veces deseable usar el portador - agua o cualquier otro- y rociar un área específica con un volumen determinado. Si el portador se acaba antes de cubrir el área, entonces se sabe que el recorrido es demasiado lento, o si queda portador después de la cobertura, la velocidad de recorrido es demasiado alta. Algunos intentos de este tipo permiten al operador estimar la velocidad adecuada.

MEZCLA Y LLENADO

Es durante la mezcla y operación de llenado que se produce frecuentemente exposición al concentrado. Sin ropa protectora y precauciones adecuadas, la exposición puede producirse por salpicaduras y derrames durante esta operación. Además, a menos que la mezcla y llenado se hagan lejos de fuentes de agua o vivienda humana, los derrames pueden ocasionar exposición de transeúntes con posterioridad.

Como se indicara en un capítulo anterior, los productos químicos deben almacenarse bien lejos de viviendas humanas, corrales de animales y fuentes de agua. Asimismo, las operaciones de mezcla y llenado deben llevarse a cabo lejos de estos lugares. La mezcla y llenado deben efectuarse al aire libre. El operador debe ubicarse de modo tal que si hay brisa sople el polvo o líquido lejos de él. Pero, incluso antes de empezar la mezcla y operación de llenado, el operador debe leer cuidadosamente la etiqueta y observar las precauciones señaladas en la misma.

Cuando el producto químico debe pesarse o medirse, es decir, el paquete no es exactamente del tamaño requerido para el equipo empleado, debe haber balanzas especiales y dispositivos de medición para este fin. Las transferencias deben hacerse cuidadosamente en cuanto a evitar derrames o salpicaduras que contaminaría el envase y el área. Existen jarros o envases de plástico de tamaño apropiado para tal medición y son de fácil limpieza para su próximo uso. La transferencia al equipo o tanque de mezcla entonces debe efectuarse con el viento lejos del operador. Debe prestarse atención para evitar salpicaduras y derrames.

El operador siempre debe emplear ropa protectora apropiada, que incluye máscara durante las operaciones de mezcla y carga. La ropa protectora incluye también un par de guantes, preferentemente guantes de goma en caso de derrame de concentrados.

Solo después que la operación de llenado esté completa y el equipo cerrado debe agitarse la mezcla para conseguir uniformidad.

APLICACION: PRACTICAS DE SEGURIDAD

El plaguicida, cuando está mezclado y listo para su uso, está a una concentración mucho más diluida; no obstante, es indeseable la exposición a la dispersión del rociado o polvo. El operador puede recibir una exposición baja en cualquier momento, pero si está efectuando la aplicación durante un período de horas o días el efecto puede ser acumulativo. Por esa razón, deben observarse precauciones apropiadas.

Una de las primeras precauciones que los aplicadores deben observar es no rociar durante períodos de mucho viento. Pero, más allá de esto, es importante para que el aplicador use ropa protectora apropiada para minimizar exposiciones inadvertidas. El tipo de ropa protectora variará con el producto químico que se aplique y naturalmente con el clima. Como mínimo, la ropa protectora debe cubrir todo el cuerpo, como los mamelucos, un cubrecabeza y alguna especie de máscara para reducir la inhalación de partículas pequeñas. Si no se cuenta con otros elementos, un paño atado en la cara será útil pero no enteramente adecuado para todos los materiales.

Durante la aplicación, el operador debe tratar, en la medida de lo posible, de permanecer alejado de cualquier dispersión del producto químico. Esto significa que incluso con una brisa leve, la aplicación de rociados debe hacerse para que el viento no sople hacia el operador sino en la dirección contraria. En forma similar, al hacer la aplicación con los equipos transportados por personas como el rociador tipo mochila, el operador no debe caminar por el área rociada. Es preferible sostener la válvula a un lado y caminar en el área no

rociada. El depósito de rociado en las plantas puede mojar la ropa y penetrar la piel ocasionando exposición dérmica. Al sostener el rociador a un lado y caminar por el área no rociada, el aplicador evita tal exposición.

Finalmente, deben decirse unas palabras sobre el problema de las válvulas tapadas durante la operación de rociado. Si por cualquier motivo penetran partículas en el rociador se pueden atascar las mallas y las válvulas, siendo necesario destaparlas. Ello debe efectuarse muy cuidadosamente para evitar exposición, y el operador debe usar guantes de goma para manejar la válvula. Si está obstruido el orificio mismo de la válvula, debe destaparse con un alambre fino: el operador no debe soplar el alambre con los labios para destaparlo. Cualquier elemento del tamaño apropiado, como un alambre o aún una astilla de madera, puede emplearse eficazmente para destapar válvulas.

ATENCIÓN DEL EQUIPO

Al cerrar este capítulo es apropiado reiterar la importancia de la atención y mantenimiento del equipo para una aplicación segura y eficaz de plaguicidas. Tal atención y mantenimiento incluye limpieza adecuada, lubricación y examen de las partes de trabajo antes de intentar usar el equipo (Matthews, 1979; Manual of Safe Practice, 1980). Ellos también comprende control para asegurar que todas las mallas y válvulas estén limpias y funcionen bien, que el regulador de presión esté produciendo la presión deseada para el aplicador, control de la producción de volumen y verificación de que no haya conexiones con fugas. Cuando se completa la tarea de rociado, el equipo se debe vaciar, limpiar completamente y dejar secar para evitar óxido y corrosión de partes metálicas. Los fabricantes en general tienen instrucciones sobre el mantenimiento del equipo junto con la lista de piezas: siga las instrucciones y asegurará correcto funcionamiento y vida más larga al equipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AKESSON, N.B.; YATES, W.E.; COWDEN, R.E. 1974. *Agrichemical Age*. 9 p.
- _____; YATES, W.E.; WILCE, S.E. 1972. *Agrichemical Age*. 9 p.
- COLLINS, R.L. 1974. Control Release Pesticide Symposium, University of Akron, Akron, OH.
- COPPEDGE, J.R., *et al.* 1975. Effect of soil moisture and soil temperature on the release of aldicarb from granular formulations. *Journal of Economic Entomology*, 68:209.
- DEJONCKHEERE, W.; STEURBAUT, W.; KIPS, R.H. 1976. Influence of artificial rainfall and washing on the benomyl and thiophanatemethyl residue content in lettuce. *Pesticide Science*, 8:161.
- GREEN, M.B.; HARTLEY, G.S.; WEST, T.F. 1977. *Chemicals for crop protection and pest control*. Oxford Pergamon Press, U.K.
- A Manual of Safe Practice in Handling and Use of Pesticides. 1980. Prepared by Pesticide Section, Department of Primary Industry, Canberra, Australia.
- MATTHEWS, G.A.; 1979. *Pesticide application methods*. London, Longman.
- National Academy of Sciences. 1975. *Pest Control: An Assessment of present and alternative technologies. Contemporary Pest Control Practices and Prospects: The Report of the Executive Committee. Volume 1.*
- QUE HEE, S.S.; SUTHERLAND, R.G. 1974. Volatilization of various esters and salts of 2,4-D. *Weed Sciene*, 22:313.